О

ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГАХЪ.

С. ПЕТЕРБУРГЪ.

1835.



О
ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГАХЪ.

КОРПУСА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

МАІОРА *Мельникова.*

С. ПЕТЕРБУРГЪ.

Въ Типографіи Главнаго Управленія путей сообщенія и публичныхъ зданій.

1835 года.

Печатать позволяется:

Съ тѣмъ, чтобы по напечатаніи представлены были въ С. Петербургскій Цензурный Комитетъ три экземпляра.—С. Петербургъ 27 Ноября 1835 года.

Цензоръ *Петръ Корсаковъ.*



ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

стран.	*строк.*	*напечатано:*	*читай:*
5	26	3, 4 и 5	2, 3 и 4
6	1	3	4
5	23	горизонтныхъ	горизонтальныхъ
22	5	* Дарлингтонъ	Дарлинстонъ
22	6	* Ливерпуль	Ливерпуль
23	3	въ высоты	съ высоты
13	22	$4,58 \times \frac{1^0}{100 \times 809}$	$4,56 \times \frac{1}{100 \times 819}$
32	12	чертежъ 43	чертежъ 23
33	7	черт. 24 и 25	чертежъ 24 и 23
33	30	;— (черт. 36)	(черт. 27);
39	13	(черт. 23)	(черт. 33)
45	26	$: l' \frac{t^2}{n^2} l$	$l' = l \frac{t^2}{n^2}$



О желѣзныхъ дорогахъ.

Распространеніе и улучшеніе внутреннихъ сообщеній, есть конечно главнѣйшій источникъ той дѣятельности въ промышленности и торговлѣ, которая составляетъ отличительную черту нашего вѣка.—Въ большемъ числѣ сихъ усовершенствованій по части внутреннихъ сообщеній, коими ознаменовано послѣднее столѣтіе, желѣзныя дороги занимаютъ почетное мѣсто. Употребленіе первыхъ желѣзныхъ дорогъ (*) въ Англіи ограничивалось большею частію перевозкою каменнаго угля и другихъ произведеній на весьма незначительныя разстоянія; но въ послѣдніе годы дороги сіи получили гораздо обширнѣйшее назначеніе;—знаменитое предпріятіе дороги между Ливерпулемъ и Манчестеромъ, приведенное къ окончанію въ 1830 году, и вѣнчанное совершеннымъ успѣхомъ, возвело желѣзныя полосныя дороги на степень

Общія соображенія.

(*) Подъ названіемъ желѣзныхъ дорогъ я разумѣю здѣсь всѣхъ родовъ дороги, о коихъ упоминается далѣе;—но въ продолженіи сей статьи, я буду называть *калейными* дорогами тѣ, которыя по Англійски называются (Trame-road, Rail-road), и имѣютъ дѣйствительно видъ калеи; а назову полосными дорогами Англійскія Edge-rail, составляющіяся изъ полосъ чугунныхъ или желѣзныхъ различной формы.

большихъ торговыхъ путей.—Сооруженіе сіе, произведенное искусными Инженерами, привело къ значительнымъ усовершенствованіямъ въ устройствѣ желѣзныхъ дорогъ вообще. Удачнымъ употребленіемъ механическихъ движителей, при учрежденіи сего новаго рода сообщеній, воспользовались тѣми открытіями по части механики, какія сдѣланы въ послѣднее время, и въ подвижныхъ паровыхъ машинахъ, (Locomotives) человѣкъ испыталъ скорость переѣздовъ, до сего изобрѣтенія имъ не испытанную.—Блистательные результаты дороги между Ливерпулемъ и Манчестеромъ обратили всеобщее вниманіе на желѣзныя дороги, и съ сего времени Инженеры занимаются весьма дѣятельно симъ предметомъ.—Можно почти сказать, что всякой день приноситъ съ собою какое либо улучшеніе или въ устройствѣ самой дороги, или въ машинахъ, для перевозки тяжестей употребляемыхъ.

Содержаніе статьи.

Въ статьѣ сей предлагается изложеніе въ общемъ видѣ, главныхъ началъ устройства желѣзной дороги, извлеченныхъ изъ послѣднихъ сочиненій о семъ предметѣ. — Изданіе 1834 года книги Вуда о желѣзныхъ дорогахъ, и лекціи 1834 года же Французскаго Инженера Минарда, были приняты главнымъ руководствомъ при составленіи сей статьи. — Ее можно раздѣлить на три части: къ первой части относится краткое въ историческомъ

порядкѣ описаніе первыхъ калейныхъ и полосныхъ дорогъ и болѣе подробное описаніе желѣзныхъ дорогъ послѣдняго устройства; здѣсь же помѣщено описаніе фуръ (waggons), для перевозки тяжестей употребляемыхъ;— во 2-й части предложены исчисленія и результаты опытовъ, относительно сопротивленія движенію фуръ по желѣзнымъ полоснымъ дорогамъ; а третья часть относится до движителей разнаго рода, на сихъ дорогахъ употребляемыхъ. Разборъ относительныхъ выгодъ употребленія каналовъ, простыхъ и желѣзныхъ дорогъ въ различныхъ случаяхъ, могъ бы быть заключеніемъ сей статьи; но сей важный вопросъ былъ уже прежде сего подробно изслѣдованъ, какъ въ общемъ видѣ, такъ и въ частномъ приложеніи къ Россіи.— Статья о семъ предметѣ, Его Превосходительства Господина Генералъ-Лейтенанта Дестрема, помѣщена въ 21 номерѣ Журнала путей сообщенія.

ЧАСТЬ 1-я.

УСТРОЙСТВО ДОРОГЪ И ФУРЪ.

Деревянныя полосныя дороги.

Полагаютъ, что первыя полосныя дороги были употреблены въ половинѣ 17-го столѣтія, для перевозки каменнаго угля изъ Нью-Кастельскихъ рудниковъ.—Дороги сіи состояли изъ двухъ рядовъ продольныхъ сосновыхъ брусьевъ, упирающихся на дубовыя поперечины, укрѣпленныя въ грунтъ, какъ означено на чертежѣ I-мъ (*). Во избѣжаніе частыхъ перемѣнъ главныхъ продольныхъ полосъ, отъ чего портились и поперечины, въ коихъ гнѣзда для шиповъ приходились на однихъ почти мѣстахъ, придумали употреблять двойныя продольныя полосы, изъ коихъ только верхнія были по временамъ перемѣняемы; — между полосъ дѣлали для лошадей насыпь изъ мусору или щебня;—въ крутыхъ поворотахъ, или большихъ скатахъ, дѣлали на верхнихъ брусьяхъ желѣзныя набойки; симъ послѣднимъ средствомъ уменьшали съ одной стороны треніе, но съ другой стороны сопротивленіе увеличивалось отъ гвоздей, коими желѣзныя полосы прибивались, и которые при движеніи тяжестей, часто выходили изъ своихъ мѣстъ.

(*) Мѣры не будутъ упоминаемы въ текстѣ, когда онѣ назначены на чертежѣ.

Подобныя дороги и по нынѣ употребляются въ мѣстахъ, изобилующихъ лѣсомъ, и имѣющихъ недостатокъ въ чугунѣ или желѣзѣ.

Сопротивленіе движенію колесъ на сихъ дорогахъ уменьшается почти въ 2,4 относительно простыхъ дорогъ.— Простота въ устройствѣ есть главное ихъ достоинство; но съ другой стороны дороги сіи представляютъ большія недостатки въ томъ, что скоро изнашиваются, а потому требуютъ большаго ремонта, и что движеніе повозокъ мало облегчено, особенно въ сырое время.

Чугунныя калейныя дороги.

Недостатки деревянныхъ полосъ привели къ употребленію чугунныхъ калей. По мнѣнію Вуда въ 1770 году сдѣланъ первый опытъ чугунной калейной дороги. Такая медленность въ усовершенствованіи сего рода сообщеній, вѣроятно происходитъ отъ того, что въ семъ періодѣ времени, всеобщее вниманіе было устремлено на устроеніе и усовершенствованіе каналовъ и что полосныя и калейныя дороги оставались въ нѣкоторомъ забытьи. — Чугуннымъ калеямъ давали послѣдовательно формы, означенныя на чертежахъ 3, 4 и 5, изъ коихъ вторая имѣла передъ первой то преимущество, что вертикальный выступъ, служащій для направленія колесъ, задерживалъ нѣсколько частицы грунта, отбрасываемыя ногами лошадей; въ разрѣзѣ чер-

тежа 3-го, нижняя вертикальная часть калей дѣлалась между точекъ упора, и на семъ пространствѣ оная имѣла форму элипсиса или параболы; сею добавочною частью калеи увеличивалось сопротивленіе оной, ослабленное уменьшеніемъ верхняго выступа, отъ сокращенія измѣреній котораго зависитъ степень уменьшенія боковаго тренія колесъ при движеніи фуръ.—Чугунныя калеи имѣли обыкновенно длину 0,91 мет.; прикладывались одна къ другой; въ концахъ каждой изъ нихъ оставлялось небольшое четвероугольное отверстіе; при сложеніи калей отверстія сіи образовали квадратную пустоту, въ которую заколачивали желѣзный гвоздь, или клинъ, и такимъ образомъ укрѣпляли калеи или къ поперечнымъ брусьямъ, или къ основнымъ камнямъ (stones), которымъ давали видъ параллелепипедовъ.—Въ 1797 году употреблены въ первый разъ каменныя основанія подъ чугунныя калеи, вмѣсто деревянныхъ брусьевъ.—Изъ опытовъ Г. Вуда, сопротивленіе движенію, на горизонтныхъ частяхъ подобныхъ дорогъ, составляетъ около $\frac{1}{196}$ (*) давленія, при отношеніи $\frac{1}{14}$ діаметровъ оси и колеса.

Невыгоды калейныхъ дорогъ.

Пыль, грязь и вода, задерживаясь въ калеяхъ, затрудняютъ часто движеніе по онымъ и содѣйствуютъ порчи чугуна. Сіе важное

(*) Смотри далѣе объ отношеніи сего сопротивленія къ таковому же на желѣзныхъ полосахъ.

неудобство вынудило почти совершенно оставить калеи и предпочесть имъ нынѣ употребляемыя желѣзныя полосы.

Но калейныя дороги имѣли ту выгоду, что по нимъ могли ѣздить повозки съ обыкновенными колесами, употребляемыми на простыхъ дорогахъ.—Дабы воспользоваться симъ важнымъ преимуществомъ, нѣкоторые предлагали употреблять вмѣсто калей, два ряда плоскихъ камней твердаго состава. Такъ устроена въ Лондонѣ дорога, именуемая (Comercial-road), изъ Абердамскаго гранита, положеннаго на фундаментѣ изъ гравія и цемента. — Сопротивленіе движенію повозокъ по горизонтальной части сей дороги составляетъ по нѣкоторымъ опытамъ $\frac{1}{90}$ давленія.

Выгоды ихъ.

Дороги изъ плоскихъ камней.

Около 400 километровъ калейной чугунной дороги было уже устроено въ Англіи, когда напали на весьма простую мысль, избѣжать большихъ неудобствъ подобныхъ дорогъ возвышеніемъ ихъ надъ горизонтомъ и дѣлая свѣсъ во внутренней окружности колесъ для направленія движенія фуры. Такимъ образомъ, послѣ продолжительнаго опыта, пришли къ употребленію полосныхъ дорогъ.—Назадъ тому сорокъ лѣтъ, устроена была въ Англіи первая полосная дорога для общественнаго употребленія.—Начально употребляемы были чугунныя полосы; имъ давали прежде видъ прямоугольниковъ, а послѣ перешли

Чугунныя полосныя дороги.

къ формѣ чертежа (5), гдѣ разрѣзъ полосы представляетъ какъ бы букву Т; въ семъ то видѣ употребляются и по нынѣ полосныя дороги.—Сія форма полосъ основана на томъ соображеніи, чтобы расширеніемъ верхней части полосы, предупредить вредное дѣйствіе прежнихъ прямоугольныхъ полосъ, которыя послѣ нѣкотораго времени употребленія образовали желобину по всей окружности обода колеса, и чтобы съ другой стороны, въ прочихъ частяхъ полосы, не давать ей толщины больше той, которая опредѣляется по соображенію давленія фуръ въ движеніи.—(Смотр. далѣе о семъ предметѣ).

Чугунныя полосы имѣли обыкновенно 1,15 мет. длины. Для сбереженія матеріала, имъ давали продольно видъ тѣла равнаго сопротивленія, то есть ограничивали снизу кривою линіею, которая должна бы быть эллипсисомъ, ежелибъ полосы лежали свободно на основныхъ камняхъ; но онѣ къ симъ камнямъ необходимо должны укрѣпляться, и даже способъ сего укрѣпленія есть весьма важное обстоятельство въ устройствѣ дороги.

Укрѣпленіе полосъ къ камнямъ и связь ихъ между собою.

Въ началѣ полосы просто были прикладываемы концами, и прикрѣплялись къ камнямъ посредствомъ гвоздей, проходящихъ въ горизонтальные выступы, или уши, на концахъ полосъ; но сіе расположеніе имѣло то неудобство, что ежели двѣ смѣжныя полосы соста-

вляли нѣкоторый уголъ по длинѣ, тогда отъ несгибаемости чугуна, уши, упираясь однимъ только концомъ, скоро ломались при немного сильномъ ударенiи повозокъ.—Для уменьшенiя столь вреднаго дѣйствiя, придумали употребить между основными камнями и полосами чугунныя подушки (chairs); прежде ихъ прикрѣпляли, къ полосамъ 2-мя горизонтальными и къ камнямъ 4-мя вертикальными желѣзными нагелями; но въ послѣдствiи нашли сiе неудобнымъ, отъ того именно, что при малѣйшемъ склоненiи камней, одна полоса возвышалась передъ другой, и въ образующемся такимъ образомъ ребрѣ происходило сильное ударенiе при проѣздѣ.

Тогда употребили систему соединенiя, означенную на чертежѣ 6, гдѣ полосы сложены въ половину ихъ толщины, связаны однимъ болтомъ, и упираются только на одно ребро цилиндрической поверхности основанiя подушки.— Такимъ образомъ, при склоненiи основнаго камня, полосы понижаются весьма нечувствительно, или по крайней мѣрѣ обѣ понижаются вмѣстѣ.—Въ 1816 году Гг. Лошъ и Стефенсонъ, получили привилегiю на сiю систему, вошедшую съ того времени въ большое употребленiе; вмѣсто болтовъ, которые иногда изгибались отъ тяжести фуръ и въ семъ положенiи съ трудомъ были вытаскиваемы, употребили въ послѣдствiи систему, означен-

ную на чертежахъ 7 и 8. Здѣсь, на одной изъ щекъ подушки, оставлена круглая или четырехъ-угольная впадина, соотвѣтственно подобной выпуклости на полосахъ;—полосы закладываются въ подушку съ боку и прижимаются къ означенной щекѣ посредствомъ клиньевъ желѣзныхъ, или лучше деревянныхъ, загоняемыхъ въ приготовленныя для нихъ пазы на подушкахъ.—При семъ соединеніи весьма легко вынуть изъ подушекъ полосу, требующую исправленія или передѣлки.— Способы подобныхъ соединеній измѣняются весьма многоразлично. Для большей о семъ подробности см. соч. Вуда о желѣзныхъ дорогахъ. Замѣтимъ однакожъ, что деревянные клинья имѣютъ передъ желѣзными то преимущество, что при забиваніи ихъ, щеки подушекъ подвергаются менѣе излому; за то съ другой стороны, они сжимаются легче отъ боковаго давленія, и потому способствуютъ нѣкоторому движенію полосъ въ подушкахъ. Клинья сіи были равно употребляемы съ внутренней и наружной стороны дороги;— въ послѣднемъ случаѣ, употребленіе ихъ по видимому выгоднѣе, ибо фуры при проѣздѣ по дорогѣ, стремятся болѣе дать полосамъ движеніе къ наружной сторонѣ, а потому прижимаютъ ихъ къ наружной щекѣ подушки; деревянный же клинъ отчасти умѣряетъ вредное дѣйствіе сего давленія;—сверхъ того упо-

требленный снаружи деревянный клинъ может быть засыпаемъ землею, и такимъ образомъ менѣе усыхаетъ.—Въ новой Ливерперевской дорогѣ изъ желѣзныхъ полосъ, употреблены два желѣзные клина съ каждой стороны (чертежъ 7).

Широта подушекъ по длинѣ дороги измѣняется отъ 9 до 13 сентиметровъ; подошва ихъ имѣетъ около 0,03 мет. толщины подъ полосами и около 0,02 мет. въ концахъ. Тяжесть подушекъ измѣняется отъ 3 до 6,5 килограмовъ. Измѣреніе подушекъ.

Неизмѣнность формы дороги зависитъ конечно отъ степени несжимаемости грунта; но оная есть также слѣдствіе вѣса, поверхности и вѣрности въ укладкѣ основныхъ камней.—Измѣреніе сихъ послѣднихъ должно необходимо соразмѣряться съ грузомъ транспортовъ и скоростью ихъ движенія.—Въ началѣ камнямъ симъ давали около 0,3 мет. въ сторонѣ основанія, при высотѣ отъ 0,2 до 0,3 мет.; въ послѣдствіи измѣренія ихъ увеличили до 0,6 мет. въ сторонѣ основанія, при 0,3 мет. высоты, такъ что масса ихъ сдѣлалась въ 6 разъ болѣе. Нынѣ въ дорогахъ, для большихъ скоростей, намѣреваются камни сіи дѣлать еще массивнѣе. Основные камни.

Располагая подушки на взаимномъ разстояніи 0,9 метр. ихъ осей, какъ то бо́льшею частію принято, и давая 0,6 мет. для сторонъ

основанія камней, они занимають тогда $\frac{2}{3}$ всего пространства подъ полосою;—такъ что безъ весьма большаго увеличенія въ издержкахъ, можно бы сдѣлать непрерывную каменную массу подъ каждою полосою. — Нѣкоторыми Инженерами была предлагаема сія система; но другіе отвергають ее, находя, что въ семъ случаѣ слишкомъ большая твердость, или несгибаемость въ системѣ, могла бы быть равно вредною какъ полосамъ, такъ фурамъ и подвижнымъ паровымъ машинамъ.

Всякаго рода камни годны для основанія подъ полосную дорогу; — но конечно лучшіе суть тѣ, которые имѣють наибольшій удѣльный вѣсъ; во всякомъ случаѣ они не должны трескаться отъ морозу или оттепели, и уступать дѣйствію разширенія деревянныхъ клиньевъ, служащихъ для прибиванія къ нимъ подушекъ желѣзными нагелями. Постель сихъ камней приготовляется съ большимъ тщаніемъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ должна лежать подушка, а съ прочихъ сторонъ они обдѣлываются грубою тескою. Иногда для плотнѣйшаго прикосновенія подушекъ къ камнямъ и для бо̀льшей упругости при ударахъ, клали между ними куски смоленаго войлока.—Укладка камней должна быть дѣлаема съ большимъ тщаніемъ. Объ употребляемыхъ въ семъ случаѣ средствахъ, смотри вышеприведенное сочиненіе Минарда.

Въ нѣкоторыхъ дорогахъ употреблены вмѣсто основныхъ камней деревянные поперечные брусья, имѣющіе около 0,2 мет. высоты и 0,3 мет. широты, при длинѣ нѣсколько большей широты дороги. Недостатокъ инерціи есть главный недостатокъ сей системы. — Вѣсъ большаго основнаго камня равенъ почти $\frac{1}{4}$ давленія одного колеса нагруженной фуры, между тѣмъ какъ вѣсъ деревянной поперечины не составляетъ $\frac{1}{30}$ части сего давленія.— Довольно продолжительные опыты надъ дорогами, устроенными какъ объяснено выше изъ чугунныхъ полосъ, заставили открыть въ нихъ многія несовершенства, и тогда начали думать объ употребленіи желѣзныхъ полосъ.—Въ 1805 году Г. Никсонъ первый употребилъ желѣзныя четвероугранныя полосы отъ 1 до 2 дюймовъ въ сторонѣ и отъ 2 до 3 футъ длины, на дорогѣ близъ Ньюкастеля; но съ 1820 года желѣзныя дороги значительно усовершенствованы Господиномъ Биркиншевъ (Birkinshaw), который получилъ въ томъ году привилегію на употребленіе желѣзныхъ полосъ, выдѣлываемыхъ по формѣ чертежа 5, въ плющильной машинѣ.

Деревянныя поперечины вмѣсто основныхъ камней.

Главные относительные недостатки чугуна, при употребленіи для полосныхъ дорогъ, состоятъ въ слѣдующемъ:

1) Полосы часто и внезапно лопаются.

2) Отъ несгибаемости чугуна полосы не могли быть поддерживаемы болѣе какъ двумя подушками; а потому удары въ соединеніяхъ короткихъ полосъ повторяются весьма часто.

3) Чугунъ представляетъ довольно большое сопротивленіе по поверхности, но на самой малой толщинѣ; такъ что когда сей верхній слой стертъ или сбитъ, то чугунная полоса начинаетъ скоро и весьма неровно изнашиваться.

Прежде рѣшительнаго признанія выгодъ кованаго желѣза передъ чугуномъ, при употребленіи для полосныхъ дорогъ, металлы сіи были подвергаемы различнымъ и весьма точнымъ опытамъ, имѣвшихъ цѣлью опредѣлить относительныя ихъ: 1) сопротивительность давленію отъ тяжести посрединѣ полосы; 2) сопротивленіе, представляемое движенію фуръ, и 3) прочность или долговременность ихъ употребленія. — Многіе изъ сихъ опытовъ принадлежатъ Англичанину Вуду. Они бо́льшею частію изложены въ вышеприведенномъ его сочиненіи. — Здѣсь мы предложимъ главнѣйшіе выводы сихъ опытовъ и наблюденій надъ желѣзомъ и чугуномъ въ сихъ трехъ отношеніяхъ.

Относительно сопротивленія давленію.

Разсматривая двѣ полосы одинаковыхъ измѣреній, одну чугунную, другую желѣзную,

лежащія свободно на двухъ точкахъ подпора въ одномъ разстояніи, можно вычислить сопротивленіе, представляемое обѣими полосами давленію, приложенному въ срединѣ ихъ длины по формулѣ $P = \frac{2}{3} R \frac{bc^2}{L}$ (*), (смотр. лекцію механ. Навы стрн. 14) въ коей *c* есть высота, *b* толщина, L длина полосъ, а R такая часть давленія, соотвѣтствующаго разлому при 1 поверхности, которая во всякомъ случаѣ опредѣляется степенью крѣпости строенія, какою желаютъ довольствоваться; на примѣръ ежели либъ опредѣлить R по тому условію, чтобы грузъ на полосы былъ меньше той тяжести, при коей онѣ начали бы получать постоянный изгибъ, то принимая для чугуна R равнымъ 7,5 килог. и для желѣза 6 килог., выгоды будутъ со стороны чугуна; но какъ въ полосныхъ дорогахъ металлы: 1) подвергаются не статическому давленію; 2) концы по-

(*) Принимая за основанія какія либо изъ существующихъ уже полосныхъ дорогъ желѣзныхъ и чугунныхъ, можно по сей формулѣ вычислить измѣренія полосъ новой дороги при извѣстномъ вѣсѣ фуръ; для примѣра возмемъ чугунную часть дороги Дарлингтонъ;—по ней ходятъ подвижныя машины въ 8 тонновъ каждая; полоса выдерживаетъ четверть сего груза, а потому P должно быть равно 2000 килог; но какъ фура не всѣми колесами всегда упирается, то принимая сіе обстоятельство въ соображеніе, возмемъ P=3000 килог. (ресоры облегчаютъ дѣйствіе неравенства упора колесъ); вставляя какъ

лось не свободны, а напротивъ укрѣплены постоянно, то выводъ сей не можетъ еще привесть къ рѣшительному заключенію.

Наблюдая дѣйствіе фуръ и подвижныхъ паровыхъ машинъ, одного вѣса, на полосныя дороги чугунныя и желѣзныя, находятъ изъ нѣкоторыхъ сравненій, какъ на примѣръ части чугунной дороги Дарлингтонъ, и желѣзной дороги Ливерпуль, что сопротивленіе, представляемое полосами, почти одинаково, когда ихъ вѣсы относятся какъ числа 17 и 22 для желѣза и чугуна; но какъ цѣны металловъ (въ Англіи) почти обратно пропорціональны вѣсамъ полосъ равной длины и одинакаго сопротивленія, то слѣдовательно въ семъ отношеніи выгоды ихъ употребленія почти одинаковы.—Принимая же въ разсужденіе то обстоятельство, что желѣзныя полосы требуютъ меньшаго числа подушекъ, выгоды переходятъ въ пользу желѣза.

сію величину, такъ и выраженія b, c и l, соотвѣтствующія измѣреніямъ полосъ дороги Дарлингтонъ, опредѣлимъ $R = 14{,}4$ киллог. и получимъ формулу, которая можетъ служить для опредѣленія полосъ новой чугунной дороги при данности P. — Принимая за основаніе желѣзную Ливерпульскую дорогу; мы нашлибъ для желѣза $R = 20$ киллограмовъ.—Замѣтить должно, что въ семъ вычисленіи мы не принимаемъ въ разсужденіе скорости движенія фуръ, между тѣмъ какъ сіе обстоятельство имѣетъ сильное вліяніе на сопротивленіе полосъ.

Непосредственные опыты Вуда надъ сопротивленіемъ чугунныхъ и желѣзныхъ полосъ, привели его между прочимъ къ заключенію: что желѣзная полоса получаетъ тѣмъ меньшій изгибъ, чѣмъ концы ея отдаленнѣе и чѣмъ плотнѣе она укрѣплена, какъ въ сихъ крайнихъ, такъ и въ промежуточныхъ точкахъ; въ сочиненіи его можно видѣть подробныя таблицы какъ полнаго, такъ и постояннаго изгиба разнаго рода полосъ при различныхъ тяжестяхъ.

Относительно сопротивленія движенію фуръ. Вудъ дѣлалъ опыты надъ двумя колесами фуры, соединенными осью; къ окружности ихъ онъ укрѣплялъ въ одной точкѣ произвольную тяжесть;—ставилъ ихъ попеременно на двѣ полосы чугунныя и желѣзныя, выглаженныя употребленіемъ на дорогахъ, и тогда давая центру ихъ тяжести нѣкоторое отклоненіе отъ вертикальной, проходящей чрезъ точку упора, разсматривалъ сопротивленіе, представляемое каждаго рода полосами, обратно пропорціональнымъ числу качаній, которое колеса производятъ, приходя постепенно въ состояніе покоя; онъ нашелъ что 1) вопреки существовавшему мнѣнію, желѣзныя полосы не представляютъ вовсе бо̀льшаго сопротивленія движенію фуръ, нежели чугунныя полосы; 2) что сопротивленіе сіе получаетъ наименьшую величину, когда полосы совер-

шенно чисты и сухи; полагать должно, что вышеприведенное мнѣніе извлечено было изъ наблюденія такихъ желѣзныхъ полосъ, которыя могли чувствительно изгибаться подъ тяжестью фуры; тогда сопротивленіе движенію дѣйствительно увеличивается.

Относительно прочности, или сопротивленія долговременному употребленію желѣзныхъ и чугунныхъ полосъ, нельзя еще сдѣлать точнаго заключенія изъ опытовъ и наблюденій существующихъ дорогъ; ибо желѣзныя полосы слишкомъ въ недавнемъ еще времени вошли въ употребленіе; для основательнаго же заключенія о семъ предметѣ, должно продолжать наблюденіе до тѣхъ поръ, пока верхняя, самая сопротивительная кора чугуна, не будетъ совершенно стерта. — Наблюдая дѣйствіе равнаго употребленія фурныхъ колесъ изъ чугуна, и колесъ съ желѣзными ободами, Вудъ заключилъ, что въ семъ случаѣ относительная прочность желѣза и чугуна можетъ быть выражена числами 5 и 1; наблюденія степени изнашиваемости дороги Дарлигтонъ, частью желѣзной, а частью чугунной, даютъ по сіе время отношеніе 4 къ 1, для взаимной прочности сихъ металловъ при употребленіи ихъ на полосныя дороги.

Невредимость желѣзныхъ полосъ отъ дѣйствія атмосферы. Замѣчательно также, что желѣз-

ныя полосы вовсе не ржавѣютъ во время ихъ употребленія. Верхняя же поверхность, соприкосновенная съ колесами, получаетъ блескъ полированнаго металла; обстоятельство сіе можно приписать дѣйствію магнетизма, возбуждаемаго треніемъ колесъ; многія явленія, ясно доказываютъ присутствіе магнетическаго потока по направленію длины полосъ.

Въ слѣдствіе всѣхъ вышеприведенныхъ опытовъ, осталось только малое число приверженцовъ чугунныхъ полосныхъ дорогъ, при исключительномъ употребленіи ихъ для перевозки товаровъ съ малою скоростію; вообще же ихъ замѣняютъ нынѣ желѣзными полосными дорогами.

Желѣзныя полосныя дороги.

Нѣкоторые Инженеры раздѣляютъ желѣзныя полосныя дороги, нынѣ употребляемыя, на слѣдующіе 3 рода.

Раздѣленіе.

1) *Времянныя или вспомогательныя дороги*, употребляемыя для перевозки тяжестей при производствѣ большихъ работъ; онѣ составляются изъ двухъ рядовъ желѣзныхъ полосъ, прикрѣпляемыхъ гвоздями или къ поперечнымъ или къ продольнымъ брусьямъ, отъ 0,15 до 0,2 метр. въ общескѣ; въ первомъ случаѣ употребляютъ полосное желѣзо, а во второмъ случаѣ брусковое, или также иногда полосное желѣзо, укрѣпляя оное на ребро посредствомъ деревянныхъ клиньевъ; такія дороги легко строятся и удобно переносятся.

*

2) *Постоянныя дороги для транспорта произведеній, торговли и промышленности.*

3) *Постоянныя дороги для переѣзда путешественниковъ.*

Послѣднее раздѣленіе сдѣлано потому соображенію, что въ бо̀льшей части случаевъ, при транспортѣ товаровъ можно довольствоваться умѣренною скоростью перевозки посредствомъ лошадей; люди же могутъ часто имѣть нужду или выгоду пользоваться въ своихъ разъѣздахъ всею скоростью, какую можетъ сообщить экипажу подвижная паровая машина; явно, что въ семъ послѣднемъ случаѣ дорога должна представлять гораздо бо̀льшее сопротивленіе, подвергаясь движенію бо̀льшихъ массъ съ бо̀льшею скоростью; а потому, вообще говоря, должна имѣть сильнѣйшія измѣренія въ составныхъ ея частяхъ.

Основные камни и подушки. Все, что было прежде сказано объ устройствѣ и расположеніи основныхъ камней и подушекъ, равно относится безъ различія и къ желѣзнымъ полоснымъ дорогамъ.

Поперечный разрѣзъ желѣзныхъ полосъ. На чертежахъ 7, 8, 9, 10 и 11 можно видѣть различныя формы, какія давали желѣзнымъ полосамъ дорогъ въ поперечномъ ихъ разрѣзѣ; для бо̀льшей о семъ подробности смотри примѣчаніе переводчиковъ сочиненія Вуда о желѣзныхъ дорогахъ, на Франц. языкѣ.

Продольный ихъ разрѣзъ. Въ разрѣзѣ же по длинѣ полосъ, ихъ дѣлали или волнистыми (ondulées), какъ означено

на чертежѣ 7, или паралельными (paralèles), т. е. толщины одинаковой по всей длинѣ и равной наибольшему измѣренію волнистой полосы; первое расположеніе имѣетъ цѣлью сбереженіе матеріала; но оное представляетъ тѣ неудобства, что: 1) трудно выдѣлывать въ плющильной машинѣ искривленіе нижней части полосы безъ вреда составу желѣза; 2) неудобно проводить воду, скопляющуюся на дорогѣ, и 3) затруднительно подводить вспомогательные основные камни, когда того требуетъ или недостаточно сопротивительный грунтъ или ослабѣвшая полоса; сбереженіе же матеріала въ волнистыхъ полосахъ съ избыткомъ замѣняется бо́льшими издержками за выдѣлку; а потому употребленіе ихъ почти вездѣ оставлено.

Въ слѣдующей таблицѣ означены измѣренія полосъ, употребленныхъ въ нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогахъ; — знакомъ * отмѣчены паралельныя полосы:

Чертежи.

Измѣренія желѣзныхъ полосъ нѣкоторыхъ дорогъ.

Дороги.	Разстояніе между точками подпора.	Высота.	Широта.		Длина полосы.	Вѣсъ.	
			Больш.	Меньш.		Метра полосы.	Фуръ и подвижныхъ машинъ.
	м. м.	м. м.	м. м.	м. м.	м. м.	кил.	килог.
* Ліонъ . . .	0,91.-0,75.	75.	46.	14.	4,55.	13,2.	7000.
8 * Руанъ . .	0,82.-0,71	75.	46.	14.	5.	13,2.	7000.
* Эпинакъ .	— 1.	80.	43.	12.	5.	11.	3600.
* Дененъ . . .	— — —	80.	48.	13.	—	13,2.	4600.
* Дарлингтонъ . . .	0,91.	85-56.	55.	14.	4,56.	14.	8000.
7 * Ливерпуль.	0,91.	100-60.	55.	15.	4,56.	17.	11500.
9 * Св. Елена Рункорнъ.	0,91.	92.	55.	18.	4,56.	19,5.	8000.
* Лидсъ и Сельби . .	0,91.	100.	55.	13.	4,56.	21,8.	—
10 * Зундерландъ . . .	— — —	97.	49.	13	4,56.	14,5.	4000.
* Редрушъ .	0,91.	80.	30	16.	—	12,7.	2000.
* Врексгамъ.	1,15.	80.	40.	20.	4,6.	14.	2500.

Испытаніе полосъ.

Прежде положенія желѣзныхъ полосъ, ихъ подвергаютъ иногда опытамъ, относительно сопротивленія, какое онѣ могутъ представить давленію на нихъ; такъ на Ливерпульской дорогѣ ихъ подвергали давле-



нію 5 тоновъ, въ срединѣ между точекъ подпора; въ Руанѣ испытывали полосы бросая на нихъ тяжесть 2000 килог. въ высоты 0,7 мет. давившей на протяженіи 0,2 мет. полосы; но при сихъ опытахъ полосы получаютъ иногда постоянное скривленіе, которое можетъ быть выправлено, не иначе какъ разгорячивъ желѣзо; а потому, *только нѣкоторыя полосы обыкновенно подвергаютъ испытанію*,—какъ бы для удостовѣренія въ достоинствѣ желѣза.

При построеніи желѣзной дороги имѣютъ всегда подвижной горнъ, въ коемъ исправляютъ несовершенно прямыя полосы. **Спрямленіе полосъ.**

При укладкѣ полосъ наблюдаютъ, чтобы концы ихъ не совершенно плотно сходились, оставляя малый запасъ пространства для расширенія желѣза. Предполагая, что полосы укладываются при температурѣ 0 градусовъ, что наибольшій жаръ въ лѣтнее время простирается до 40°, и что полосы имѣютъ 4,56 метр. длины, мы получаемъ для сего запаса $40° \times 4{,}56 \frac{\times 1^{0}}{100 + 800} = 0{,}002$ метр.; иногда удвоенный запасъ оставляютъ черезъ двѣ полосы; но не болѣе; иначе запасъ дѣлается слишкомъ большимъ и движеніе полосъ при расширеніи ихъ затруднительно. **Неплотное соединеніе полосъ.**

Швы полосъ въ двухъ линіяхъ дороги располагаютъ или въ одной линіи перпендикулярной къ оси, или такъ, что шовъ одной **Расположеніе швовъ полосъ.**

линіи соотвѣтствуетъ серединѣ полосы другой линіи; такъ было сдѣлано въ Ливерпульской дорогѣ; первое расположеніе выгодно въ томъ отношеніи, что одна поперечина можетъ связывать 4 полосы, а потому паралелизмъ линіи можетъ лучше сохраниться; во второмъ же случаѣ толчки или удары при швахъ, раздѣляются между колесами.

Ежели послѣ нѣкотораго употребленія дороги, швы понизятся; то въ первомъ случаѣ фуры получаютъ неровное движеніе по оси, а во второмъ онѣ принимаютъ колебательное движеніе перпендикулярно къ оси;— Движенія сіи весьма ощутительны въ существующихъ по нынѣ дорогахъ.

Широта дороги.

Широта дороги, или разстояніе между двухъ линій полосъ, зависитъ отъ хода фуръ; оная опредѣляется обыкновенно разстояніемъ между выступовъ колесъ, увеличенномъ 0,02 метр., для свободнаго движенія колесъ безъ тренія.

Въ большой части желѣзныхъ дорогъ, разстояніе между серединами полосъ измѣняется отъ 1,3 до 1,5 метр.

Дороги въ одинъ или въ нѣсколько рядовъ, или путей.

Смотря по роду и дѣятельности сообщеній, желѣзныя дороги дѣлаются въ 1,2, или больше рядовъ или путей.

Система для разъѣзда фуръ

Ежели дорога идетъ въ одинъ путь, то для встрѣчи повозокъ или для разъѣздовъ

нихъ, когда онѣ двигаются съ различными скоростями, устроиваютъ въ различныхъ точкахъ, смотря по потребностямъ, двойныя пути. Разстояніе сихъ точекъ зависитъ конечно отъ количества проѣздовъ, а длина двойныхъ путей отъ числа фуръ, составляющихъ одну связь; среднимъ числомъ можно полагать, что мѣстные двойные пути увеличиваютъ все протяженіе дороги отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{17}$.— Главному направленію дороги даютъ также небольшія отрасли въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ фуры должны съѣзжать для нагрузки или разгрузки.

на дорогахъ въ одинъ рядъ.

Разстояніе между рядами дороги.

Когда по всему протяженію, дорога устроена въ два или болѣе рядовъ, то разстояніе между ними опредѣляется по соображенію измѣренія въ широту клади на фурахъ; въ нѣкоторыхъ дорогахъ разстояніе сіе измѣняется отъ 1 до 1,98 мет. считая отъ оси до оси.

Системы при съѣздахъ одного ряда или пути на другой.

Части дорогъ, служащія для съѣзда съ одной пути на другой, дѣлаются иногда касательными къ главному направленію, а иногда встрѣчаютъ оное подъ угломъ отъ 3 до 6 градусовъ; во всякомъ случаѣ должно, чтобы прямоугольникъ, составленный отъ соединенія точекъ касанія колесъ къ полосамъ, могъ быть вписанъ въ горизонтальной проэкціи перелома пути.

Подвижныя стрѣлки (Switches).

Въ началѣ съѣзда, съ одного пути на другой, употребляютъ обыкновенно одну (чертежъ 12) или двѣ (чертежъ 13) подвижныя части полосъ; въ послѣднемъ случаѣ ихъ соединяютъ цѣпью или прутомъ.—Части сіи, можно назвать стрѣлками съ Англійскаго (Switches); онѣ приводятся въ движеніе человѣкомъ, идущимъ передъ фурами или постояннымъ въ каждомъ мѣстѣ надсмотрщикомъ, или еще лучше посредствомъ груза, который спускаясь въ маленькій колодезь, сдѣланный въ сторонѣ, натягиваетъ цѣпь, обертывающуюся около блока и приводитъ стрѣлку въ надлежащее положеніе (чертежъ 14); при употребленіи послѣдней системы движенія двухъ стрѣлокъ въ обоихъ концахъ съѣзда, (чертежъ 12); фуры, идущія въ одну или другую сторону, должны неминуемо слѣдовать каждая своимъ путемъ.—Причина сего объясняется однимъ взглядомъ на чертежъ. — Въ Ливерпульской дорогѣ употреблена при перемѣнѣ направленія пути, система чертежа 15; здѣсь подвижныя части имѣютъ 1,8 мет. длины; онѣ соединены стержнемъ, оканчивающимся прямоугольникомъ (черт. 16), приводимымъ въ движеніе посредствомъ экцентрической кривой.

Системы при встрѣчѣ полосъ на съѣздахъ съ одного пути на другой.

Въ точкахъ М (чертежъ 12), гдѣ полосы встрѣчаются, употребляютъ иногда систему чертежъ 17, въ коей выступы *dd* и *ee* служатъ для направленія движенія колесъ; глав-

ное неудобство сей системы состоитъ въ томъ, что точка a, гдѣ сливаются двѣ полосы, постоянно подвергается дѣйствію фуръ, идущихъ въ обѣ стороны, а потому въ семъ мѣстѣ полоса быстро стирается и колеса, падая съ ударомъ, содѣйствуютъ скорой порчѣ дороги; во избѣжаніе сего неудобства Вудъ предлагаетъ систему, означенную на черт. 13; вообще для удобнаго движенія стрѣлокъ, ихъ основываютъ обыкновенно на чугунныхъ доскахъ, укрѣпленныхъ въ группѣ.

Съѣзды съ одного пути на другой, безъ подвижныхъ частей.

Употребленіе подвижныхъ частей въ полосахъ дороги вообще неудобно и даже опасно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ повозки двигаются съ большою скоростію. Системою чертеж. 18 минуютъ сію опасность, но не избѣгаютъ вышеприведеннаго неудобства, отъ неровности движенія въ прерванныхъ частяхъ полосъ.

Деревянныя стрѣлы, какъ предохранительная мѣра.

Ежели скорость движенія фуръ такъ велика, что становится опаснымъ, дабы на заворотахъ борты колесъ не вскакивали на полосы, въ такомъ случаѣ употребляютъ предостерегательную систему чертежа 19; здѣсь деревянные стрѣлы отъ 4 до 5 метровъ длины, вращаются на брусьяхъ, коихъ низъ въ одномъ горизонтѣ съ верхомъ полосъ; на поворотѣ, ободы фурныхъ колесъ упираются о деревянныя стрѣлы, которымъ даютъ одно изъ двухъ положеній, означенныхъ на черте-

жѣ цѣльной чертой и пунктиромъ, смотря по направленію движенія фуръ.

Подвижныя платформы.

Когда мѣстность не дозволяетъ сдѣлать отлогаго съѣзда съ одного пути на другой, тогда фуры останавливаются при поворотѣ, раздѣляютъ связь фуръ, и каждую изъ нихъ поворачиваютъ отдѣльно на подвижной платформѣ—(чертежъ 21).—Часть полосъ на платформѣ, принимаетъ вмѣстѣ съ фурой надлежащее направленіе.—Въ Ливерпульской дорогѣ, сіи подвижныя платформы сдѣланы изъ чугуна.

Пресѣченіе полосной дороги обыкновенною дорогою.

При пресѣченіи полосной дороги обыкновенною, заключаютъ полосы между чугунныхъ досокъ, соединенныхъ болтами (чертежъ 20); верхнее ребро сихъ досокъ въ одномъ горизонтѣ съ верхомъ полосы;—онѣ служатъ для удержанія насыпи шоссе, и для предупрежденія удара колесъ о полосы; вмѣсто чугунныхъ досокъ употребляютъ иногда деревянные брусья съ желѣзными набойками.—Ежели по полосной дорогѣ ходятъ подвижныя паровыя машины и съ большою скоростью, то, во избѣжаніе опасности при встрѣчѣ съ простою или полосною же дорогою, предлагаютъ проводить одну изъ нихъ надъ другою подземнымъ путемъ.

Различныя вспомогательныя работы при учрежденіи

При учрежденіи полосной дороги встрѣчаются тѣ же различнаго рода вспомогательныя работы, какъ при устройствѣ обыкновенной дороги.—Дорога можетъ идти выем-

кою, насыпью, подземнымъ путемъ, по мосту, болотамъ, и проч. Мы упомянемъ о сихъ случаяхъ въ томъ только, что касается собственно до полосныхъ дорогъ.

полосной дороги.

Полосная дорога по насыпи.

Широта насыпи для полосной дороги опредѣляется разстояніемъ между крайнихъ полосъ увеличеннымъ, тѣмъ запасомъ, какой нуженъ по свойству грунта, для прочности верхнихъ ребръ насыпи.—Запасъ сей измѣняли отъ 0,6 мет. до 3,5 мет.; но полагать должно что 1,5 мет. съ каждой стороны достаточны въ бо̀льшей части случаевъ; такъ сдѣлано въ 15 метрахъ насыпи *Роби* на Ливерпульской дороги; здѣсь талюсы имѣли начально цилиндрическую поверхность; но въ послѣдствіи нашли нужнымъ поддержать грунтъ плоскою каменною обдѣлкою.

Вообще скатъ талюсовъ дѣлается различнымъ, и зависитъ единственно отъ свойства грунта.—Ежели грунтъ насыпи способенъ сдѣлать столь большую осадку, что въ послѣдствіи можно имѣть въ виду совершенную переборку полосной дороги; въ подобномъ случаѣ, дабы не остановить сообщеній, не худо оставлять достаточно запаса въ широтѣ верхней части насыпи, для устройства временной объѣздной полосной дороги. — Въ насыпныхъ частяхъ полосной дороги употребляютъ сначала деревянныя поперечины для укрѣпленія полосъ, и послѣ уже подводятъ

основные камни; симъ способомъ предупреждаютъ раздачу полосъ въ широту при первыхъ большихъ осадка насыпей.

Полосная дорога въ выемкѣ.

Ежели дорога идетъ выемкою, то въ разстояніи 1 или 1,5 мет. отъ крайнихъ полосъ дѣлаютъ небольшіе рвы для стока воды; широта ихъ по верху измѣняется отъ 0,7 мет. до 1 мет.; а глубина должна быть такова, чтобъ накопляющіяся въ нихъ воды стояли всегда ниже основныхъ камней; на чертежѣ 22 представленъ разрѣзъ Ливерпульской дороги при выемкѣ въ обыкновенномъ грунтѣ.

Полосныя дороги подземнымъ путемъ.

Избѣгая большихъ выемокъ, не рѣдко проводятъ полосныя дороги подземными путями; въ подобномъ случаѣ должно стараться располагать дорогу выше подземныхъ водъ или по крайней мѣрѣ, открыть симъ водамъ надлежащіе истоки.—Широта и высота подземнаго пути зависитъ отъ назначенія дороги: ежели по ней перевозятся одни товары, то достаточно 0,5 мет. или 0,6 мет. разстоянія съ каждой стороны фуры, и 0,7 мет. возвышенія надъ ящиками; ежели же по дорогѣ ходятъ дилижансы съ пасажирами, то должно оставлять по крайней мѣрѣ 1 мет. между стѣнами свода и боками дилижанса, и возвышать сводъ на 4 мет. отъ грунта; — при употребленіи подвижныхъ паровыхъ машинъ должно принимать въ соображеніе высоту дымовой трубы, имѣющей до 4 мет. возвыше-

нія отъ полосъ.—Сими правилами можно руководствоваться въ опредѣленіи измѣреній мостовъ, покрывающихъ полосныя дороги, при пресѣченіи въ другими дорогами.

Мосты.

При проходѣ дороги чрезъ долину, рытвину, ручей или рѣку, устраиваютъ мосты деревянные, каменные, чугунные, а иногда даже цѣпные, какъ на примѣръ близъ Стоктона, по Дарлингтонской дорогѣ; — разстояніе между парапетами мостовъ и крайними полосами, измѣняется отъ 0,7 мет. до 2,7 мет.; достаточно во всякомъ случаѣ 1,5 мет. — Сопротивленіе мостовъ, а потому и измѣренія составныхъ ихъ частей, опредѣляются въ каждомъ случаѣ по общимъ правиламъ.

Дорога въ болотистомъ грунтѣ.

Ежели дорога идетъ болотистымъ грунтомъ, то можно съ успѣхомъ употребить систему, испытанную на дорогѣ ведущей къ Глазгову; здѣсь фашинный слой въ 0,1 мет. покрытъ насыпью въ 0,25 мет. толщины, изъ твердой земли и мѣлкихъ камней; на семъ основаніи положенъ срубъ изъ поперечныхъ и двухъ рядовъ продольныхъ брусьевъ.— Между брусьями сдѣлана насыпь изъ щебню; по обѣимъ сторонамъ дороги учреждены кюветы, изъ коихъ вода проводится малыми поперечными трубами въ акведукъ, расположенный по всей длинѣ дороги, на 0,7 мет. отъ ея горизонта.—Иногда дорогу, проходящую болотомъ, основываютъ на сваяхъ.

Повозки или фуры.

Устройство фуръ измѣняется вообще весьма многоразлично, смотря по роду перевозимыхъ вещей; здѣсь предлагается общее ихъ начертаніе:

а) Употребляемыя на временныхъ или вспомогательныхъ дорогахъ.

Повозки или фуры, употребляемыя на временныхъ или вспомогательныхъ дорогахъ, дѣлаютъ иногда по формѣ, означенной на чертежѣ 23; назначаемыя бо̀льшею частью для перевозки земли, онѣ устроиваются такъ, чтобы, для облегченія выгрузки, могли вращаться на оси или перпендикулярной (чертежъ 43) или паралельной направленію дороги;—вмѣщаютъ отъ 0,8 до 1,6 куб. мет.; могутъ безъ различія ходить въ ту или другую сторону;—колеса ихъ вообще низкія, (для удобнѣйшей нагрузки) вращаются на неподвижныхъ осяхъ.—Расположеніе сіе, совершенно обратное тому, какое принято для бо̀льшихъ фуръ, здѣсь признано лучшимъ, ибо оное 1) способствуетъ крутымъ поворотамъ, весьма частымъ на малыхъ дорогахъ и 2) дозволяетъ склонять оси колесъ, (чертежъ 23) и расширять къ верху ящикъ фуры.

b) Употребляемыя на постоянныхъ дорогахъ.

Составныя части фуръ, обыкновенно употребляемыхъ на постоянныхъ дорогахъ, суть *ящикъ* или *кузовъ*, бо̀льшею частью пирамидальной формы; — *переплетъ* поддерживающій кузовъ,—двѣ *оси* вращающіяся въ *подушкахъ*, придѣланныхъ неподвижно къ переплету и 4 *колеса*.

Кузовъ. Форма усѣченной пирамиды, какую предпочтительно даютъ кузову фуръ, употребляемыхъ *для* перевозки каменнаго *угля*, основана на томъ, чтобы расширеніемъ кузова къ верху,— облегчить выгрузку фуръ; ибо разгруженіе сихъ фуръ дѣлается обыкновенно открывая дно кузова (черт. 24 и 25), и тогда уголь падаетъ въ особо приготовленные для сего ящики или повозки.

На дорогѣ между Ливерпулемъ и Манчестеромъ, гдѣ перевозятся бо̀льшею частью произведенія Индійской торговли, ящики фуръ имѣютъ призматическую форму и движеніе, приспособленное къ особому ихъ назначенію:—На двойныхъ каткахъ, сіи ящики перекатываются по желѣзнымъ полоскамъ съ станка фуры прямо въ сараи и магазины, или обратно,—(черт. 26) дѣлая сіе подъ особыми навѣсами.

Переплетъ или *станокъ.*—Устройство переплета вообще весьма просто (смот. чертежи 24 и 26);— ежели фуры должны ходить въ связи изъ нѣсколькихъ штукъ, какъ-то обыкновенно бываетъ, то для предупрежденія соударенiй самыхъ ящиковъ, продолжаютъ продольныя брусья переплета въ обѣ стороны за предѣлы кузова;—желѣзныя цѣпи отъ 20 до 25 милиметровъ толщины, укрѣпленныя къ переплетамъ, служатъ для сцѣпленія фуръ;— (черт. 26) употребляютъ двѣ Станокъ.

таковыя цѣпи съ каждой стороны или одну по срединѣ; въ послѣднемъ случаѣ имѣютъ запасную цѣпь, тонѣе и длиннѣе главной.

Въ началѣ движенія, фуры устанавливаются такъ, чтобы переплеты ихъ касались; при семъ расположеніи движитель, т. е. лошадь или машина, весьма облегчаются, потому что инерція большой массы нѣсколькихъ фуръ въ связи, преодолѣвается имъ не вдругъ, но постепенно; — тоже самое происходитъ, когда движеніе останавливается: часть живой силы теряется въ послѣдовательныхъ удареніяхъ фуръ, настигающихъ одна другую.

На Ливерпульской дорогѣ употреблена система чертежа 28; для облегченія безпокойнаго дѣйствія соудареній повозокъ делижансовъ, — всякой толчокъ или порывъ повозки передается, системою рычаговъ рессорѣ, укрѣпленной въ срединѣ переплета.

Колеса. *Колеса* и *оси* составляютъ важнѣйшую часть фуры: а потому по нынѣ постоянно занимаются усовершенствованіемъ ихъ устройства.

Разстояніе между осей должно быть болѣе разстоянія основныхъ камней подлинѣ, дабы во всякомъ положеніи фуры, тяжесть ее раздѣлялась между 6 точекъ подпора; или чтобы часть полосы между двухъ основныхъ камней, поддерживала только четверть всего груза.

Діаметръ фурныхъ колесъ измѣняется отъ 0,7 мет. до 1 мет. (считая между двухъ точекъ внѣшней поверхности обода). — Въ подвижныхъ паровыхъ машинахъ колеса имѣютъ до 1,4 мет. діаметра; выступъ или свѣсъ колеса имѣетъ отъ 0,019 мет. до 0,03 мет. широта обода или шины (безъ выступа) отъ 0,07 мет. до 0,1 мет.; а толщина выступа 0,03 мет.; на колесахъ дѣлаютъ отъ 6 до 12 спицъ, въ 0,02 мет. толщины, и отъ 0,07 мет. до 0,08 мет. широты.

Діаметръ втулки дѣлается иногда равнымъ ея длинѣ и равнымъ отъ 0,15 мет. до 0,19 мет.; колеса вѣсятъ отъ 100 до 120 килограмовъ.

Внѣшняя поверхность обода дѣлается иногда нѣсколько коническою; такое расположеніе вѣрнѣе направляетъ повозку по оси дороги какъ въ Алиньементахъ, такъ особенно и въ кривыхъ частяхъ.

Выступу или свѣсу колесъ даютъ обыкновенно видъ прямоугольника или трапеціи, закругленныхъ сверху и съ внѣшней стороны; вообще сей выступъ долженъ быть тѣмъ больше и прочнѣе, чѣмъ дорога имѣетъ болѣе крупныхъ поворотовъ, и чѣмъ повозки двигаются съ бóльшею скоростью, какъ напримѣръ въ подвижныхъ паровыхъ машинахъ. — Чтожъ касается до состава колесъ, то оный измѣнялся и доселѣ чрезвычайно измѣняется.

*



Колеса дѣлали:

1) Цѣльныя чугунныя съ тремя или четырьмя отверстіями.

2) Чугунныя съ радіусами различной формы; такъ напримѣръ устроены колеса Ливерпульскихъ фуръ (черт. 29); въ нихъ втулки или ступицы состоятъ изъ двухъ частей, которыя обнимаютъ четверогранный конецъ оси и стягиваются желѣзными обручиками съ обѣихъ сторонъ.

3) Чугунныя съ желѣзными радіусами, укрѣпленными при отливкѣ колеса по способу Стефансона и Лоша (Черт. 30).

4) Чугунныя съ желѣзными радіусами, укрѣпленными къ втулкѣ винтами по способу Джонса.

5) Чугунными съ деревянными осями и желѣзными шинами и проч.

Такая неопредѣлительность въ устройствѣ колесъ доказываетъ, что сей вопросъ не получилъ еще окончательнаго рѣшенія. Въ настоящемъ положеніи сего вопроса можно допустить:

1) Что для фуръ, движимыхъ съ скоростью отъ 3 до 4 метровъ въ секунду чугунныя колеса выгодны.— Г. Вудъ упоминаетъ, что онъ видѣлъ подобныя колеса почти не поврежденными послѣ 8 лѣтъ употребленія.

2) Что въ большихъ скоростяхъ, какъ при движеніи паровыхъ машинъ, чугунъ не-

удобенъ; оный скоро ломается; а выгоднѣе обтягивать колеса желѣзными шинами; — втулку и спицы дѣлаютъ въ семъ случаѣ иногда чугунными, но болѣе деревянными.

Чугунныя колеса были дѣлаемы еще въ 1754 году; но противъ употребленія ихъ на полосныхъ дорогахъ представляли всегда то возраженіе, что по нѣкоторомъ употребленіи на поверхности колеса образуется желобина, которая весьма увеличиваетъ сопротивленіе движенію и портитъ самую полосу; отливкою колесъ въ желѣзныхъ цилиндрическихъ формахъ истребляли отчасти сіе затрудненіе; ибо при семъ способѣ отливки внѣшняя поверхность колеса получала чрезвычайно большую твердость; но охлажденіе дѣлалось весьма не ровно, и радіусы или вовсе отдѣлялись отъ обода или застывали въ такомъ состояніи натянутости, что они ломались при первомъ толчкѣ или ударѣ. Гг. Лошъ и Стефансонъ весьма остроумно предупреждаютъ и сіе затрудненіе, устройствомъ чугуннаго колеса съ желѣзными радіусами, на которое они получили патентъ.— О колесѣ семъ, означеномъ на чертежѣ 30, мы уже упомянули выше сего; въ немъ желѣзные радіусы, оканчивающіеся лапами, укладываются въ форму прежде отливки колеса.—Въ началѣ дѣлали 6 прямыхъ радіусовъ, какъ на чертежѣ значится, но въ послѣдствіи признали лучшимъ

увеличить число ихъ и давать имъ форму буквы S, которая легче уступаетъ дѣйствію сжатія обода при охлажденіи.

Оси колесъ. *Оси колесъ* вытачиваются съ большимъ тщаніемъ изъ кованаго желѣза; имъ даютъ отъ 0,05 до 0,07 мет. толщины для фуръ, и отъ 0,09 до 0,12 мет. для паровыхъ машинъ; такъ что отношеніе діаметра оси къ діаметру колеса составляетъ почти $\frac{1}{12}$ или $\frac{1}{15}$; въ Ливерпульскихъ фурахъ отношеніе сіе составляетъ только $\frac{1}{25}$, но дѣйствіе толчковъ на ось, облегчено въ нихъ тѣмъ, что ихъ кузовъ повѣшенъ на рессорахъ.

Подушки. *Подушки* (Cousinets). Ось и колесо вращается, какъ объяснено выше, въ подушкѣ, укрѣпленной къ станку;—подушки сіи дѣлаются мѣдными, чугунными или желѣзными; послѣднія признаются лучшими,—во всякомъ случаѣ ихъ весьма тщательно обтягиваютъ изнутри.— Подушки помѣщаются между колесами, а иногда съ внѣшней стороны; такъ сдѣлано въ Ливерпульскихъ фурахъ (черт. 26); послѣднее расположеніе требуетъ большаго пространства между рядами дорогъ, но за то оное даетъ болѣе устойчивости клади и дозволяетъ расширить кузовъ фуры.

Смазка осей. Хорошая смазка осей есть одно изъ главнѣйшихъ условій для легкости движенія и прочности оси: были примѣры, что сухая

ось, разгорячась, стиралась на толщину 0,01 мет. въ часъ.

Для постояннаго содержанія мази на осяхъ употребляли различныя средства: такъ напримѣръ изъ чашки съ масломъ, укрѣпляемой надъ осью, спускали къ ней вертикальный фитиль, котораго длиннымъ концомъ, какъ бы сифономъ, масло постоянно капало на ось (черт. 32), или привинчивали чашку съ жидкою мазью подъ осью и постоянно содержали сію послѣднюю въ масленомъ состояніи, или посредствомъ непрерывной цѣпочки (чертежъ 23), для свободнаго движенія которой оставляли маленькую прорѣзь въ подушкѣ, или помощію цилиндра, который погружаясь въ масло развертывалъ свою поверхность по поверхности оси, постоянно прижимаясь къ ней дѣйствіемъ пружины; но всѣ сіи средства, оказались не совсѣмъ удобными; нынѣ предпочтительно устроиваютъ надъ подушками ящики съ саломъ, или съ смѣсью сала, сѣры и масла—составъ сей разгорячается отъ движенія оси, приходитъ въ жидкое состояніе, и вертикальною трубочкою капаетъ на ось (чертежъ 31).

Тормозъ. Для умѣренія скорости фуръ при спускахъ, употребляютъ обыкновенно тормозъ (чертежъ 24), который придѣлывается къ одному или двумъ колесамъ, и приводится въ Тормозы.

дѣйствіе проводникомъ, сидящимъ на задней фурѣ.

Причина большой массы фуръ, относительно поднимаемаго ими груза.

Небольшое разстояніе, которое оставляютъ между фурами, составляющими одну связь, облегчаетъ, какъ мы замѣтили, дѣйствіе движителя; но съ другой стороны оно подвергаетъ фуры порывамъ и толчкамъ дѣйствіемъ переднихъ или заднихъ фуръ каждой связи; сіе послѣднее обстоятельство вынуждаетъ увеличивать массу фуръ, для увеличенія ихъ сопротивленія.

Вѣсъ фуръ, на различныхъ дорогахъ употребляемыхъ.

Здѣсь прилагается таблица вѣса фуръ порожнихъ или съ грузомъ, употребляемыхъ на разныхъ дорогахъ.

НАЗВАНІЕ ДОРОГЪ.	Порожнихъ.	Съ грузомъ.	Отношеніе.	НАЗВАНІЕ ДОРОГИ.	Порожнихъ.	Съ грузомъ.	Отношеніе.
	кил.	килог.			кил.	килог-	
Килингвортъ . .	1268	3970	0,32	Ньюкастель . .	1200	3800	0,32
Тоже	1167	3811	0,29	Тоже	1500	4000	0,32
Тоже	1180	3869	0,31	Тоже	600	1900	0,32
Гельтонъ . . .	1573	4262	0,36	Ливерпуль . . .	1600	5000	0,32
Тоже	1167	3856	0,31	Депенъ	1500	4500	0,32
Бекъ-Вортъ . .	1395	4081	0,34	Эпинакъ. . . .	1000	3600	0,28
Дарлингтонъ . .	1300	3000	0,44	Руанъ	1100	3700	0,3
Тоже	1250	3875	0,32	Ліонъ	1100	4100	0,27
Больтонъ . . .	1500	3600	0,42	Андрезье . . .	1400	3800	0,38
Глазговъ. . . .	1000	3600	0,28				
Витстебль. . .	760	2100	0,36				

Сравнивая съ подобною таблицею для простыхъ дорогъ

РОДЪ ПОВОЗОКЪ.	Вѣсъ повозокъ.		Отношеніе.	РОДЪ ПОВОЗОКЪ.	Вѣсъ повозокъ.		Отношеніе.
	Порожн.	Съ груз.			Порожн.	Съ груз.	
Дилижан. Французской . . .	килог. 1700	килог. 3500	0,48	Большія телеги на 2 колесахъ.	килог. 2200	килог. 7000	0,31
Дилижан. Англиской . .	900	2400	0,37	Легкія повозки на 4 колесахъ. .	350	1150	0,3
Тѣлежки на 2-хъ колесахъ . .	500	1300	0,38	Большія повозки на 4 колесахъ.	3400	9000	0,38

Замѣчаемъ, что отношеніе порожнихъ повозокъ къ нагруженнымъ мало различествуетъ въ сихъ двухъ случаяхъ;— распространяя сіе наблюденіе и къ каналамъ, въ коихъ, вѣсъ судна составляетъ обыкновенно $\frac{1}{5}$ груза товаровъ, заключимъ что сіи три главныя способа внутреннихъ сообщеній, имѣютъ въ семъ отношеніи почти одинакую степень несовершенства.

ЧАСТЬ 2-я.

СОПРОТИВЛЕНІЕ ДВИЖЕНІЮ ФУРЪ ПО ЖЕЛѢЗНОЙ ПОЛОСНОЙ ДОРОГѢ.

Сопротивленіе движенію фуръ по горизонтальной полосной дорогѣ, называемое вообще треніемъ, составляется изъ двухъ частей: 1) изъ тренія осей въ подушкахъ или тренія 1-го разряда, 2) изъ тренія отъ движенія колесъ по поверхности полосъ или тренія 2-го разряда, хотя опыты не подтверждаютъ, чтобы тренія сихъ двухъ родовъ, были совершенно пропорціональны давленіямъ; но въ практикѣ сіе допускается; въ семъ предположеніи называя w и r, вѣсы корпуса фуры и колесъ, мы будемъ имѣть fw для тренія 1-го рода и $f(w+r)$ для тренія 2-го рода; ежели же F, изображаетъ силу влеченія, дѣлающую равновѣсіе сопротивленію отъ треній и какъ бы приложенную къ окружности колесъ, коихъ діаметръ пусть будетъ D, а діметръ осей d,—тогда получимъ $DF = dfw + Df'(w+r)$ откуда $F = \frac{d}{D}fw + f'(w+r)$....$(a)$ выраженіе сіе показываетъ, что при равенствѣ прочихъ величинъ, сопротивленіе движенію уменьшается пропорціонально отношенію $\frac{d}{D}$; слишкомъ большое уменьшеніе сего отношенія, становится невыгоднымъ, отъ того, что при увеличеніи діаметра колесъ,

возвышаются фуры и нагрузка ихъ затруднительна; хотя напряженіе къ излому или скрученію оси увеличивается пропорціонально діаметру колеса, но какъ сопротивленіе сему действію пропорціонально кубу діаметра оси, то въ семъ отношеніи увеличеніе діаметра колесъ выгодно: — опытамъ принадлежитъ определеніе коефиціентовъ f и f', отъ коихъ зависитъ сопротивленіе движенію фуръ. — Англичанинъ Вудъ и некоторые другіе делали въ последнее время много опытовъ для определенія сихъ коефиціентовъ въ различныхъ случаяхъ; но предварительно изложенію результатовъ сихъ опытовъ, разсмотримъ обстоятельства движенія колесъ по наклонной плоскости: — пусть m, будетъ масса колеса, r его радіусъ, r' общее выраженіе радіуса, соответствующаго какому либо элементу массы колеса, e пространство, пройденное по направленію плоскости во время t; i, склоненіе плоскости къ горизонту.

Не принимая въ разсужденіе тренія, мы найдемъ, что сумма живыхъ силъ, сообщенныхъ колесу: 1) движеніемъ по плоскости сосредоточивая всю массу колеса въ центре его тяжести, или $\frac{m}{2}\left(\frac{de}{dt}\right)^2$ — и 2) вращеніемъ колеса около центра, или $\frac{1}{2r^2}\left(\frac{de}{dt}\right)^2\int r'^2\,dm$, будетъ равна произведенію изъ пройденнаго простран-

ства e, на силу, $mg \sin i$ по направленію движенія; а потому получимъ уравненіе:
$\left(\frac{de}{dt}\right)^2 \left(m + \frac{1}{r^2}\int r'^2 dm\right) = 2\, mge \sin i$ (1); полагая $\int r'^2 dm = mk^2$, найдемъ $\left(\frac{de}{dt}\right)^2\left(1+\frac{k^2}{r^2}\right) = 2ge \sin i$;—а диференцируя: $de\, \frac{d^2e}{dt^2}\left(1+\frac{k^2}{r^2}\right) = g \sin i$; откуда ускоряющая сила:
$\frac{d^2e}{dt^2} = g \sin i\, \frac{r^2}{r^2+k^2}$; выраженію сему можно дать другой видъ;— разсматривая моментъ инерціи колеса относительно какой либо точки окружности, оный будетъ равенъ $mk^2 + mr^2$;— и центръ качанія, будетъ находиться отъ сей точки въ разстояніи $r + \frac{k^2}{r}$, а потому называя сіе разстояніе черезъ δ, получимъ:
$\frac{r^2}{r^2+k^2} = \frac{\delta}{r}$, и $\frac{d^2e}{dt^2} = g \sin i\, \frac{r}{\delta}$ (2).— Переходя къ случаю фуры на колесахъ замѣтимъ, что корпусъ фуры слѣдуетъ движенію центра тяжести, и что одни колеса имѣютъ вращательное движеніе; а потому называя отдѣльно M массу корпуса фуры, а m, массу колесъ, получимъ сходственно съ уравненіемъ (1):
$\left(\frac{de}{dt}\right)^2 \left(M + m + \frac{mk^2}{r^2}\right) = 2\,(M+m)\, g\, e \sin i$.

(*) Для опредѣленія въ практикѣ величины δ, можно привѣшивая колесо къ какой либо точкѣ его окружности, наблюдать число n качаній въ опредѣленное время t, и изъ отношенія секунднаго маятника l, къ сложному $l' : l\, \frac{t^2}{n^2}\, l$, опредѣлить величину l'; такъ дѣлалъ Вудъ въ своихъ опытахъ (смотр. далѣе).

Умножая обѣ части уровненія на g, массы M и m, будутъ, замѣнены соотвѣтственными вѣсами W и R; и вставляя вмѣсто $1+\frac{k^2}{r^2}$ его величину $\frac{\delta}{r}$ получаемъ:

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2 \left(W + R\frac{\delta}{r}\right) = 2\left(W+R\right) ge \sin i. \quad \ldots (3).$$

Ежели же принять въ разсужденіе силу F, сопротивленія движенію, равную:

$\frac{d}{D} fw + f' \left(W + R\right)$ и дѣйствующую въ противную сторону силы $(W + R) \sin i$, то получимъ:

Уравненіе движенія фуръ по наклонной плоскости:—

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2 \left(W + R\frac{\delta}{r}\right) = 2\left((W+R) \sin i - F\right) ge$$

откуда;

Коэфиціентъ сопротивленія сему движенію.

$$e = \frac{(W + R) \sin i. - F.}{W + R\frac{\delta}{r}} \frac{gt^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\text{и } F = (W + R) \sin i - 2\frac{\left(W + R\frac{\delta}{r}\right)e}{gt^2} \ldots (5).$$

Примѣчаніе. Два послѣднія выраженія получатъ простѣйшій, но менѣе точный видъ, ежели принять колеса за цилиндры однообразнаго состава; ибо тогда $mk^2 = \frac{m}{2} r^2$, а потому: $\frac{r^2 + k^2}{r^2} = \frac{\delta}{r} = \frac{r^2 + \frac{1}{2}r^2}{r^2} = \frac{3}{2}$ въ семъ предположеніи:

$$e = \frac{(W + R) \sin i. - F.}{W + \frac{3}{2}R} \frac{gt^2}{2} \quad \ldots (4').$$

$$F = (W + R) \sin i - (W + \tfrac{3}{2}R). \frac{2e}{gt^2} \quad \ldots (5').$$

Положеніемъ W = *o*, система приходитъ къ случаю однихъ колесъ безъ кузова, и сопротивленіе F, дѣлается равнымъ сопротивленію f'R; такъ что получаемъ:

Выраженіе косфиціента.

$$f' = \sin i - \frac{\delta}{r}\,\frac{2e}{gt^2} \;.\;.\;.\;.\; (6)$$

или въ простѣйшемъ вѣдѣ:

$$f' = \sin i - \frac{3e}{gt^2} \;.\;.\;.\;.\; (6').$$

Результаты опытовъ для опредѣленія сопротивленія движенію фуръ.

При опредѣленіи сопротивленія F, движенію фуръ по желѣзнымъ полоснымъ дорогамъ, Вудъ дѣлалъ опыты двухъ родовъ:

1) Онъ употреблялъ динанометръ съ маятникомъ, означенный на черт. 35; здѣсь положеніе конца маятника, противъ каждаго изъ дѣленій неподвижной дуги четверти круга, соотвѣтствуетъ, вѣсу предварительно опредѣленному весьма точнымъ наблюденіемъ; ставя Динанометръ между фурою и двигателемъ, Вудъ заключалъ изъ положенія маятника о напряженіи, какое нужно для уравновѣшиванія сопротивленія F, при движеніи съ извѣстною однообразною скоростію.

2) Заставляя фуры опредѣленныхъ измѣреній и вѣса, спускаться по извѣстной наклонной плоскости Вудъ наблюдалъ величины *e* и *t*, въ формулѣ $F = (W + R)\sin i - \left(W + R\frac{\delta}{r}\right)\frac{2e}{gt^2}$ (5), и отсюда опредѣлялъ величину F, или сопротивленія движенію; центръ качанія колеса относительно окружности или δ было опре-

дѣляемо наблюденіемъ, какъ сказано выше. (Смотр. примѣч.).

Въ слѣдующей таблицѣ означены главнѣйшіе выводы наблюденій Вуда, выше объясненными способами.

NNo опытовъ Г. Вуда съ означеніемъ способа производства.	Давленіе на		Влеченіе или сопротивленіе.		Отношеніе діаметровъ колесъ и осей.	Отношеніе давленія.	
	Полосы.	Оси.	Въ сложности.	Отъ тренія на осяхъ.		На оси къ тренію, на осяхъ измѣряемому.	На полосы къ сопротивленію въ сложности.
	килог.	килог.	килог.	килог.			
3 Динаномеmрически.	1181.	609.	6, 11.	3, 75.	12, 36.	$\frac{1}{15}$.	$\frac{1}{193}$.
2 — — — —	1181.	609.	5, 66.	3, 3.	12, 36.	$\frac{1}{15}$.	$\frac{1}{208}$.
11 По плоскости . .	1574.	979.	5, 76.	2, 61.	11, 6.	$\frac{1}{32}$.	$\frac{1}{275}$.
4 Динаномеmрически.	2184.	1625.	11, 78.	7, 41.	12, 36.	$\frac{1}{28}$.	$\frac{1}{185}$.
5 — — — —	3199.	2641.	15, 4.	9	12, 76.	$\frac{1}{24}$.	$\frac{1}{207}$.
1 — — — —	3872.	3301.	17, 67.	9, 93.	12, 36.	$\frac{1}{27}$.	$\frac{1}{219}$.
6 — — — —	3859.	3301.	18, 12.	10, 4.	12, 36.	$\frac{1}{23}$.	$\frac{1}{213}$.
7 — — — —	3834.	3275.	17, 67.	10,	12, 36.	$\frac{1}{26}$.	$\frac{1}{216}$.
12 По плоскости . .	4126.	3554.	17, 67.	9, 42.	12, 36.	$\frac{1}{30}$.	$\frac{1}{233}$.
10 — — — . .	4266.	3672.	20, 02.	11, 49.	11, 6.	$\frac{1}{28}$.	$\frac{1}{312}$.
9 — — — . .	4266.	3672.	18, 78.	10, 23.	11, 6.	$\frac{1}{31}$.	$\frac{1}{227}$.
8 — — — . .	4266.	3672.	17, 82.	9, 29.	11, 6.	$\frac{1}{34}$.	$\frac{1}{241}$.

Сопротивленіе отъ тренія втораго разряда.

Желая отдѣлить участіе тренія въ осяхъ, отъ тренія на полосахъ, въ общемъ выраженіи сопротивленія, опредѣленнаго какъ выше объяснено, Вудъ дѣлалъ наблюденія надъ парою колесъ, отдѣльно: — спуская ихъ по данной наклонной плоскости, онъ замѣчалъ всѣ обстоятельства движенія, и получалъ величину коефиціента тренія на поверхности полосъ изъ уравненія (6) $f'=\sin i-\frac{\delta}{r}\frac{2e}{gt^2}$. — Наполняя свинцомъ пространство между спицами колесъ, Вудъ наблюдалъ вліяніе давленія на величину f'; онъ заключилъ изъ сихъ наблюденій: что для колесъ безъ груза f' равно отъ $\frac{1}{640}$ до $\frac{1}{864}$; а при грузѣ равномъ тому, коему онѣ подвергаются подъ фурами, f' измѣняется отъ $\frac{1}{800}$ до $\frac{1}{1200}$; исправляя формулу Вуда находятъ: $f'=0{,}002$, или сопротивленіе сего рода равнымъ 0,002 давленія.

Вудъ заключаетъ также, что можно допустить сопротивленіе сіе пропорціональнымъ давленію, и что оное почти независимо отъ скорости движенія.

Сопротивленіе отъ тренія перваго разряда.

Вставляя величины F и f', опредѣленныя опытомъ, въ формулу (*a*) $F=\frac{d}{D}f(W+f'(W+R)$, Вудъ опредѣляетъ величину f, или коефиціентъ тренія на осяхъ; — относя сопротивленіе отъ тренія сего рода къ окружности осей, онъ находитъ его равнымъ отъ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{25}$ давленія, или отъ $\frac{1}{16}$ до $\frac{1}{54}$, ежели вмѣсто

0,001 вставить 0,002 для f', въ формулѣ (a).— Вудъ выводитъ также изъ своихъ наблюденій: 1) что наименьшее сопротивленіе отъ тренія на осяхъ соотвѣтствуетъ давленію 7 килограмовъ на квадратный сентиметръ, и на семъ послѣднемъ правилѣ онъ предполагаетъ основывать опредѣленіе длины подушекъ; 2) что жидкія мази лучше густыхъ; 3) что при послѣднихъ условіяхъ, и при употребленіи мѣдныхъ или чугунныхъ подушекъ, весьма выглаженныхъ употребленіемъ, можно уменьшить f' до $\frac{1}{60}$; 4) что употребленіемъ рессоръ между подушками и кузовомъ фуры, сопротивленіе движенію почти не измѣняется.

Обратить должно вниманіе, что всѣ вышеприведенные результаты опытовъ Вуда, относятся только къ случаю скоростей, при коихъ онъ дѣлалъ свои наблюденія, и которыя составляютъ не болѣе $\frac{1}{3}$ скоростей дилижансовъ.

Причины для увеличенія коефиціента сопротивленія, опредѣленнаго Вудомъ.

Таблица А, показываетъ, что сопротивленіе движенію фуръ, по горизонтальной полосной дорогѣ, заключается въ предѣлахъ $\frac{1}{276}$ и $\frac{1}{185}$;—но многія причины заставляютъ полагать, что для приложеній къ практикѣ, коефиціентъ сей долженъ быть увеличенъ: главнѣйшія изъ сихъ причины основаны на томъ, что Вудъ не принялъ въ разсужденіе.

1) Дурное иногда состоянiе дороги отъ продолжительнаго употребленiя.

2) Изгибаемость желѣзныхъ полосъ подъ большими грузами.

3) Дождь, пыль, грязь и снѣгъ, которые могутъ иногда увеличить сопротивленiе до $\frac{1}{6}$.

4) Сопротивленiе воздуха (особенно ощутительное при большихъ скоростяхъ).

5) Сопротивленiе отъ тренiя выступами колесъ о полосы.

Коммиссiя, наряженная въ 1830 году отъ Ливерпульскаго общества полосныхъ дорогъ, для изслѣдованiя движенiя по симъ дорогамъ, приняла $\frac{1}{280}$ для коефицiента сопротивленiя движенiю фуръ при отношенiи отъ $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{15}$ для дiаметровъ колесъ къ дiаметрамъ осей;— сей же коефицiентъ предлагаетъ и Минардъ въ своемъ сочиненiи о желѣзныхъ дорогахъ.

Сопротивленiе движенiю по калейнымъ дорогамъ.

Немногiе Динанометрическiе опыты Вуда надъ движенiемъ фуръ по калейнымъ дорогамъ, приводятъ къ отношенiю 33 къ 28, для сопротивленiя, движенiю фуръ по калейнымъ и желѣзнымъ полоснымъ дорогамъ.

ЧАСТЬ 3-я.

О ДВИЖИТЕЛЯХЪ, УПОТРЕБЛЯЕМЫХЪ НА ПОЛОСНЫХЪ ДОРОГАХЪ.

Порядокъ постепенна-го введенія различныхъ движителей на полосныхъ дорогахъ.

Лошадь была единственнымъ механическимъ движителемъ на первыхъ калейныхъ дорогахъ; при расположеніи продольной профили сихъ дорогъ наблюдали только, чтобы лошадь могла постоянно перевозить грузъ отъ 2 до 3 тоновъ со включеніемъ вѣса фуры; а впрочемъ дороги сіи слѣдовали почти всѣмъ неровностямъ грунта.—При спускахъ употребляли тормозы; но средства сіи оказывались часто недостаточными, особенно во время дождливой погоды;—тогда фуры, увлекаемыя съ быстротою по крутымъ скатамъ, опрокидывали всѣ препоны ихъ движенію; лошади, а не рѣдко и проводники дѣлались жертвами сихъ несчастныхъ случаевъ.

При введеніи желѣзныхъ полосныхъ дорогъ, на коихъ, какъ мы уже видѣли, сопротивленіе движенію весьма слабо, необходимо было употребить на спускахъ особаго рода средства; такимъ образомъ пришли къ системѣ (Self-acting, Plan automoteur), которую назовемъ системою самодѣйствія, и гдѣ движителемъ есть тяжесть части спускающихся фуръ.—Въ послѣдствіи, когда паровыя машины весьма распространились, придумали употреблять паръ движителемъ, прежде

въ постоянныхъ машинахъ, устраиваемыхъ на вершинахъ взъѣздовъ; а послѣ въ подвижныхъ машинахъ для разъѣздовъ съ большою скоростью по дорогамъ слабыхъ скатовъ.

И такъ въ статьѣ о движителяхъ на полосныхъ дорогахъ мы 1) скажемъ нѣсколько словъ о лошади, въ томъ, что относится собственно до дѣйствія ея на полосныхъ дорогахъ, 2) сдѣлаемъ описаніе системы самодѣйствія, гдѣ сила движущая есть тяжесть; 3) будемъ говорить объ употребленіи и дѣйствіи паровыхъ постоянныхъ машинъ и наконецъ, 4) заключимъ описаніемъ подвижныхъ паровыхъ машинъ, которыхъ введеніе еще весьма ново.

Раздѣленіе усилія лошади при влеченіи.

Лошадь. Когда лошадь влечетъ какую нибудь тяжесть, то усиліе, ею дѣлаемое, раздѣляется на двѣ части: одна изъ нихъ употребляется собственно для влеченія тяжести, а другая для перенесенія корпуса лошади впередъ.—Нѣтъ извѣстныхъ опытовъ, которые бы могли дать точное опредѣленіе каждаго изъ сихъ усилій.

Дѣйствіе, производимое лошадью при влеченіи.

Мнѣнія Авторовъ весьма различны относительно того дѣйствія, какое можетъ производить лошадь, употребляемая для перевозки тяжестей; такъ *Дезагюліе* (Desagulier) принимаетъ за мѣру дѣйствія лошади, 90,6 килог., движимыхъ съ скоростью 4098 мет. въ часъ, въ продолженіе 8 часовъ работы.

Смеатонъ даетъ меньшее произведеніе.

Третгольдъ принимаетъ вѣсъ 57½ килог., движимый съ скоростью 4023 мет. въ часъ, и 8 часовъ работы для суточнаго дѣйствія лошади.

Ваттъ измѣряетъ оное въ часъ произведеніемъ 67, 95 килог. на 4098 метр.

Вудъ допуская произведеніе Ватта, разсматриваетъ среднiй вѣсъ лошади равнымъ 507 килог.; такъ что напряженіе, производимое лошадью при влеченіи тяжести, составляетъ $\frac{1}{7}$ ея вѣса; а потому ежели лошадь должна подыматься по наклонной плоскости, коей скатъ почти равенъ $\frac{1}{7}$ (0,14 метр. на 1 метр.), то она будетъ возносить $\frac{1}{7}$ часть своего вѣса, и равную напряженію при влеченіи на горизонтальной плоскости; тогда напряженіе сіе дѣлается равнымъ нулю; — отсюда Вудъ заключаетъ, что при учрежденіи полосной дороги въ предположеніи употреблять лошадь движителемъ, должно избѣгать крутыхъ взъѣздовъ, и что ежели мѣстность не позволяетъ расположить дорогу равнымъ скатомъ по всей длинѣ, то должно раздѣлять ее на части горизонтальныя или мало наклонныя, въ разныхъ высотахъ, соединенныхъ наклонными плоскостями, и въ сихъ мѣстахъ употреблять другихъ движителей.—Подобно сему располагается продольная профиль ка-

нала, коего бьефы соединены наклонными плоскостями или шлюзами.

Хотя лошадь, была употребляема еще въ самой отдаленной древности для перевозки или переноски тяжестей; но существующая по сіе время неопредѣлительность въ выраженіи живой ея силы, особенно при разныхъ скоростяхъ, объясняется разнообразіемъ въ силѣ и сложеніи лошадей разныхъ родовъ.—Вопросъ сей дѣлается еще сложнѣе ежели принять въ соображеніе время существованія рабочей лошади, разсматривая ее какъ капиталъ, періодически возобновляемый; тогда для полученія результата относительно выгоднѣйшаго употребленія лошади, надлежало бы ее наблюдать въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ при каждой работѣ.

Неопредѣленность въ дѣйствіи, производимомъ лошадью при влеченіи.

Англичанинъ Гордонъ предлагаетъ для руководства слѣдующую таблицу измѣненія напряженія, производимаго лошадью при различныхъ скоростяхъ движенія.

Скорость лошади въ часъ.	Напряжeніе.
	килог.
1 Анг. миля (1609 мет.).	88.
2 — — — — . .	76.
3 — — — — .	65.
4 — — — — .	54.
5 (2 Фран. мил.) . . .	45.
6 — — —	36.
7 — — —	29.
8 — — —	22.
9 — — —	15.
10 (4 Фран. мил.). . . .	11.
11 — — —	4, 5.
12 — — —	4.
13 — — —	1, 8.
14 — — —	0, 45.
15 (6 Фран. мил.). . . .	0,

Неизвѣстно изъ какихъ опытовъ извлечена сія таблица.

Исчисленіе дѣйствія, производимаго лошадью при влеченіи по желѣзной полосной дорогѣ.

При исчисленіи дѣйствія, производимаго лошадью въ перевозкѣ по желѣзнымъ дорогамъ, должно: опредѣливши предварительно скорость движенія и соотвѣтственное напряженіе, множить сіе послѣднее на 180 (коеф. сопротив.); тогда произведеніе выразитъ перевозимый лошадью вѣсъ, со включеніемъ груза повозки и безъ расчету возврата порожнякомъ.

Слѣдующая таблица составлена для 3-хъ различныхъ скоростей, принимая коефиціентъ сопротивленіе 180, вѣсъ повозокъ равнымъ половинѣ груза перевозимыхъ товаровъ, а цѣну рабочаго дня лошади 5 франк. (перевозка по горизонтальной плоскости).

Скорость.		Время работы.	Сила влеченія.	Вѣсъ, перевезенный на разстояніе 4000 метр.	Полезный грузъ.	Цѣна за перевозку 1 тона на 4000 метр.	
Въ часъ.	Въ секунду.					Съ возвратомъ.	Возвратъ порожнякомъ.
метр.	метр.	часовъ	килог.	тона.	тон.	франк.	франк.
3200.	0,9.	10.	51.	73,4.	49.	0,102.	0,205.
9000.	2,5.	3.	33.	40.	26,7.	0,187.	0,374.
16000.	4,4.	1,5.	20.	21,6.	14,4.	0,347.	0,694.

Но выводы сей таблицы не могутъ быть допускаемы безусловно; ибо продольные скаты, искривленія дороги, нѣкоторая степень испорченности оной отъ употребленія, и проч. увеличиваютъ обыкновенно силу влеченія, а слѣдовательно и цѣнность перевозки.

Здѣсь предлагается дѣйствительная цѣна за перевозку 1-го тона на разстояніе 4000 метр., по нѣкоторымъ уже существующимъ дорогамъ, а именно:

Для товаровъ, перевозимыхъ съ скоростью 0,9 метр. въ секунду на дорогахъ: **Цѣнность перевозки лошадью по желѣзнымъ полосным дорогамъ.**

Дарлингтонъ. . . . . 0,26 фран.

Ліонъ . . . . 0,21 —

Ньюкастель . . . . 0,2 фран.
Изъ Андрезье въ Сент. Этьенъ 0,18 —
Эпинакъ . . . . 0,35 —

Для пасажировъ, проѣзжающихъ съ скоростью 3,5 метр. на дорогѣ:

Ліонъ погоризонтальной части 0,38 фран.
по взъѣзду $\frac{1}{288}$ . . . . 0,92 —

Способъ сбереженія силы лошади, употребленный на дорогѣ Дарлингтонъ.

На дорогѣ Дарлингтонъ за каждою связью повозокъ, устроены платформы, на которыя взводятъ лошадей въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ фуры могутъ сами спускаться (смот. далѣе); такимъ образомъ сберегается сила лошади, которая отдыхаетъ при спускѣ и выигрывается время, ибо безъ лошадей повозки спускаются скорѣе; произведенное же дѣйствіе увеличено симъ способомъ до $\frac{1}{8}$; такъ, что лошадь, которая прежде перевозила въ 6 дней 12 тоновъ угля на 140,000 метровъ разстоянія, нынѣ перевозитъ тоже количество угля на 193,000 метр.

Движущая сила, есть сила тяготѣнія.

Система самодѣйствія.

Система самодѣйствія употребительна на тѣхъ дорогахъ, гдѣ большая часть транспортовъ идетъ спускаясь, какъ-то иногда бываетъ при учрежденіи полосной дороги между карьерой и судоходной частью рѣки или портомъ; въ такомъ случаѣ пользуются спускающимися фурами съ грузомъ для поднимания (обыкновенно равнаго числа) пустыхъ фуръ, идущихъ обратно; явно, что здѣсь дѣй-

ствующая сила есть тяготѣніе, а движители суть спускающіяся фуры. Чертежъ 36, представляетъ разрѣзъ и планъ подобной системы.

Здѣсь полосы дороги расположены такъ что:

Расположеніе полосъ.

1) Онѣ составляютъ одинъ рядъ въ низу плоскости, 2) два ряда или двойной путь въ срединѣ для разъѣзда фуръ, 3) двойной путь, но съ общею полосою по срединѣ въ верхней половинѣ плоскости и 4) двойные пути на короткомъ разстояніи, для пристани фуръ въ верху и въ низу.

Механизмъ.

Механизмъ состоитъ, изъ толстаго каната, или иногда цѣпи, коей длина нѣсколько болѣе протяженія плоскости, изъ малыхъ блоковъ, коими поддерживается веревка, и большаго барабана или блока, около котораго она обертывается.

Форма и измѣреніе большаго и малаго блоковъ.

Малые блоки дѣлаются или съ узкими горлышками или въ видѣ цилиндровъ съ бортами, какъ на чертежѣ 37 (*); блоки сіи имѣютъ отъ 0,18 метр. до 0,4 метр. діаметра; они дѣлаются чугунными или деревянными, помѣщаются на взаимномъ разстояніи 6 или 8 метровъ, и служатъ для уменьшенія тре-

(*) Послѣднее расположеніе выгоднѣе, потому что здѣсь веревка касается точкамъ, имѣющимъ равную скорость, а слѣдовательно не производитъ или менѣе производитъ тренія.

нія и направленія каната. — Большой блокъ дѣлается отъ 1,8 до 4,8 метр. діаметра; толщина оси измѣняется отъ 0,08 до 0,15 метр.; блокъ сей помѣщается нѣсколько въ наклонномъ положеніи, въ углубленіи, обдѣланномъ камнемъ и покрытомъ досками, на коихъ укрѣплены полосы дороги. — Длина плоскости измѣняется отъ 200 до 1200 метр., а скатъ ее отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{20}$.

Порядокъ движенія.

Движеніе по плоскости производится слѣдующимъ образомъ: нагруженныя фуры стоятъ въ верху на лѣвомъ пути,— пустыя фуры внизу; веревка спущена фурами, двигавшимися правымъ путемъ; ее привязываютъ обоими концами къ фурамъ; стрѣлки замыкаютъ лѣвой путь;—надвигаютъ фуры къ скату плоскости, и онѣ увлекаются тяжестью; въ одно время фуры подходятъ съ двухъ сторонъ двойнаго пути на половинѣ плоскости; фуры съ грузомъ продолжаютъ слѣдовать лѣвымъ путемъ;—а порожнія повозки, направленныя стрѣлками А В, выходятъ на правой путь и путемъ симъ доходятъ до верху.— Нагруженныя повозки разойдясь съ пустыми фурами, входятъ въ одинакій путь, и отталкивая стрѣлки въ А С закрываютъ ими правой путь, а сами доходятъ до нижней пристани.

Люди, стоящіе вверху, ожидаютъ прихода фуръ, отцѣпляютъ немедленно веревку и

фуры двигаются пріобрѣтенною скоростью.— Опытъ научаетъ въ какомъ мѣстѣ должна быть отцѣплена веревка, дабы фуры останавливались сами собою въ назначенной точкѣ.

Изъ положенія, какое приняла веревка по окончаніи движенія, явно, что для новаго транспорта, нагруженныя фуры, должны быть установлены противъ праваго пути, а пустыя фуры двигаться лѣвымъ путемъ.— Правой же путь запертъ стрѣлками; такъ что фуры выходятъ и спускаются попеременно обоими путями.

Мѣры, употребляемыя, для уменьшенія скорости движенія фуръ.

При большихъ скатахъ или значительной разности въ тяжестяхъ нагруженныхъ и пустыхъ фуръ, можетъ иногда случиться, что въ концѣ движенія фуры пріобрѣтутъ слишкомъ большую скорость;—тогда задерживаютъ движеніе большаго блока; но ежели-бъ и сія мѣра оказалась недостаточною, и веревка продолжала бы скользить по неподвижному блоку, тогда тотчасъ тормозятъ колеса спускающихся фуръ.— Вообще плоскостямъ симъ не даютъ ровнаго по всей длинѣ ската; но дѣлаютъ ихъ круче сверху нежели снизу (*), съ тою цѣлью, чтобъ симъ замѣнить неравенство движущей силы, которой тяжесть веревки сопротивляется въ началѣ и содѣйствуетъ въ концѣ движенія.

(*) Смотри далѣе опредѣленія ската для единообразнаго движенія фуръ.

Достигнувъ верхней горизонтальной части, порожнія фуры не встрѣчаютъ никакого сопротивленія движенію, кромѣ тренія о полосы, и получаютъ скорость, бо́льшую скорости движенія каната; ежели въ семъ положеніи не успѣютъ ихъ тотчасъ отцѣпить, то онѣ переѣзжаютъ чрезъ канатъ и легко могутъ его оборвать. Для предупрежденія подобныхъ случаевъ, концы каната заключаютъ цѣпями до 10 метровъ длины и употребляютъ систему легкаго отцѣпленія чертежа 38.

Система, употребляемая для предупрежденія попятнаго движенія фуръ въ случаѣ разрыва веревки.

Чтобы въ случаѣ разрыва каната, что впрочемъ бываетъ не рѣдко, восходящія фуры не приняли обратнаго движенія — сзади прикрѣпляютъ къ фурамъ систему двухъ рычаговъ, которыхъ концы, окованные желѣзомъ, упираются въ землю при попятномъ движеніи. На Ливерпульской дорогѣ употреблены вмѣсто рычаговъ два клина, связанные между собою, и имѣющіе видъ угла, образуемаго заднимъ колесомъ фуры и полосою;—система сихъ клиньевъ влечется сзади связи поднимающихся фуръ; а въ случаѣ разрыва каната, колеса наѣзжаютъ на кривыя части клиньевъ и плотно прижимаютъ ихъ къ полосамъ.

Уравненіе движенія фуръ въ системѣ самодѣйствія.

Дабы вывести уравненіе движенія фуръ въ системѣ самодѣйствія, назовемъ:

W Вѣсъ спускающихся фуръ, R, вѣсъ ихъ колесъ,

F, Сопротивленіе отъ треній.

W′, R′ и F′, подобныя величины для восходящихъ фуръ.

φ Сопротивленіе отъ треній большаго и малаго блоковъ, и веревки.

a, Вѣсъ веревки.

b, Произведеніе $g\int\frac{r'^2 dm}{r^2}$ для большаго блока.

c, Сумму подобныхъ выраженій для всѣхъ малыхъ блоковъ.

Примѣчаніе. Принимая блоки за цилиндры однообразнаго состава, выраженія $g\int\frac{r'^2 dm}{r^2}$, дѣлаются равными половинѣ вѣса блоковъ, ибо тогда $\int r'^2\, dm = \frac{m}{2} r^2$; а слѣдовательно $g\int\frac{r'^2 dm}{r^2} = g\,\frac{m}{2} = \frac{\pi}{2}$.

Подобное выраженіе (3) мы получимъ, уравнивая сумму сообщенныхъ живыхъ силъ, произведенію пройденнаго пространства на силу, принимаемую по направленію движенія:

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2 \left(W + W' + (R + R')\frac{\delta}{r} + a + b + c\right) =$$

$$= 2\left((W + R - W' - R')\sin i - F - F' - \varphi\right) g\, e\,;$$

откуда: $e = \frac{(W + R - W' - R')\sin i - F - F' - \varphi}{W + W' + (R + R')\frac{\delta}{r} + a + b + c}\,\frac{gt^2}{2}$ (7),

Уравненіемъ симъ пользовался Вудъ для опредѣленія сопротивленія движенію представляемаго буквою φ. — Для сего измѣривъ предварительно всѣ величины, въ уравненіе

входящія, онъ дѣлалъ наблюденіе движенія на 5 различныхъ плоскостяхъ, и изъ сихъ наблюденій опредѣлялъ величины e и t; тогда вставляя оныя въ уравненіе:

$$\varphi = (W + R)\sin i - (W' + R')\sin i - F - F' - \left(\frac{W + W' + (R + R')\frac{\delta}{r} + a + b + c}{gt^2}\right) 2e$$

получалъ искомое сопротивленіе.

Примѣчаніе. Въ вычисленіи семъ Вудъ принималъ блоки за правильные цилиндры.

На слѣдующей таблицѣ означены измѣренія всѣхъ составныхъ частей, наклонныхъ плоскостей, надъ коими Вудъ дѣлалъ свои наблюденія.

NNo опытовъ.	Скатъ.	Длина.	Вѣсъ фуръ. Съ грузомъ.	Вѣсъ фуръ. Порожнихъ.	Время.	Веревка. Діаметръ.	Веревка. Вѣсъ.	Вѣсъ. Малыхъ блок.	Вѣсъ. Большихъ блок.	Отношеніе діаметра блоковъ къ діаметру осей. Въ малыхъ блок.	Отношеніе діаметра блоковъ къ діаметру осей. Въ больш. блок.
		метр.	килог.	килог.		милли.	килог.	килог.	килог.		
XVIII.	$\frac{1}{57,3}$.	654.	5 × 5973	6 × 1268	200″.	41.	1761.	1465.	2101.	$\frac{1}{14,6}$.	$\frac{1}{20}$.
XIX.	$\frac{1}{57,3}$.	654.	6 × 5973	7 × 1268	180″.	41.	1761.	1495.	2101.	$\frac{1}{14,6}$.	$\frac{1}{20}$.
XX.	$\frac{1}{30}$.	1190.	5 × 4285	7 × 1574	300″.	41.	2179.	1916.	206.	$\frac{1}{14,1}$.	$\frac{1}{24}$.
XXI.	$\frac{1}{28,3}$.	1118.	5 × 4287	7 × 1574	360″.	41.	2025.	4425.	206.	$\frac{1}{14,1}$.	$\frac{1}{24}$.
XXII.	$\frac{1}{53,3}$.	824.	5 × 4285	7 × 1574	280″.	35.	1527.	1875.	206.	$\frac{1}{16}$.	$\frac{1}{24}$.

Результатъ опытовъ, относительно опредѣленія сопротивленія φ.

Лошъ и Стефансонъ дѣлали непосредственныя наблюденія надъ сопротивленіемъ φ; — для сего они спускали порожнія фуры, привязанныя къ одному концу веревки по наклонной плоскости и наблюдая длину веревки въ то время, когда фуры достигали однообраз-

ной скорости; они заключали, что въ семъ положеніи, сопротивленіе движенію отъ тренія веревки и фуръ или $\varphi + F$ равно составляющей вѣса фуръ по наклонной плоскости; зная F, какъ объяснено выше, опредѣляли величину φ.— Соображая результаты сихъ наблюденій съ опытами Вуда, можно допустить съ нѣкоторымъ приближеніемъ, что при $\frac{1}{12}$, отношенія діаметровъ блоковъ къ діаметрамъ ихъ осей, сопротивленіе φ, измѣряемое по окружности малыхъ блоковъ или по направленію силы влекущей фуры, составляетъ $\frac{1}{36}$ вѣса веревки и блоковъ большихъ и малыхъ.

Изъ уравненія (7) $e =$

$$= \frac{(W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi}{W+W'+(R+R')\frac{\delta}{r}+a+b+c} g \frac{t^2}{2},$$ можно

Опредѣленіе времени движенія по данной плоскости.

опредѣлить время движенія по наклонной плоскости при извѣстности прочихъ величинъ; оное будетъ:

$$t = \sqrt{\frac{\left[W+W'+(R+R)\frac{\delta}{r}+a+b+c\right] 2e}{[(W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi]\ g.}}$$

Для приложенія на практикѣ, во всякое время года, Вудъ предлагаетъ брать $\frac{8}{7}$ исчисленнаго времени.

Когда бы при учрежденіи системы самодѣйствія, мѣстныя обстоятельства требовали опредѣленія наклона плоскости, такъ что-

бы при данности прочихъ обстоятельствъ, движеніе фуръ по плоскости совершалось въ опредѣленное время, тогда наклонъ сей можно получить опредѣляя sin i, изъ уравненія

Опредѣленіе ската плоскости, проходимой данными фурами въ назначенное время.

$$\sin i = \frac{\left(W+W'+(R+R')\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)e+(F'+F'+\varphi)\frac{gt^2}{2}}{(W+R-W'-R')\frac{gt^2}{2}} \quad (\alpha)$$

гдѣ: $F=\frac{1}{180}(W+R)$; $F'=\frac{1}{180}(W'+R')$; $\varphi=\frac{a+b+c}{36}$, и t, равно $\frac{8}{7}$ опредѣленнаго уравненіемъ времени.—

Условіе равномѣрнаго движенія по наклонной плоскости, можетъ быть выведено изъ уравненія:

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2\left(W+W'+(R+R)\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)=$$
$$=2\left((W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi\right)ge$$

которое будучи диференцировано, даетъ для ускоряющей силы:

Опредѣленіе ската, соотвѣтствующаго однообразному движенію фуръ.

$$\frac{d^2e}{dt^2}=\frac{(W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi}{W+W'+(R+R')\frac{\delta}{r}\ a+b+c}$$ откуда полагая: $(W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi=o$,

$$\sin i=\frac{F+F'+\varphi}{W-R-W'-R'} \quad \ldots\ldots \quad (\beta);$$

а потому ежели дать начально большой наклонъ плоскости, такъ, чтобы фуры пріобрѣли желаемую скорость, то дѣлая остальную часть прямою подъ угломъ, опредѣляемымъ уравненіемъ, (β) движеніе фуръ будетъ однообразно.

---

*



Постоянныя паровыя машины.

Общіе случаи употребленія постоянныхъ паровыхъ машинъ.

Когда продольная профиль полосной дороги требуетъ, чтобы фуры съ грузомъ возходили по довольно крутымъ наклоннымъ плоскостямъ, тогда система самодѣйствія не можетъ уже имѣть приложенія, и необходимо употребить живую силу особаго движителя.— Съ успѣхомъ употребляли живую силу лошадей, работающихъ на манежѣ, въ тѣхъ случаяхъ, когда плоскости весьма отлоги и транспорты не велики; но на коренныхъ дорогахъ, по коимъ движутся значительные транспорты, предпочтительно употребляютъ силу паровъ, устроивая на вершинахъ плоскостей постоянныя паровыя машины.— Мы увидимъ, что подобныя машины могутъ быть исключительными движителями по цѣлому протяженію дороги, даже и въ горизонтальныхъ ея частяхъ.

Во всякомъ случаѣ употребляютъ механизмъ, подобный тому, который означенъ на чертежѣ 39:—

Общій механизмъ, сообщающій дѣйствіе паровой машины.

Барабанъ, имѣющій отъ 1,5 метр. до 4 метр. въ діаметрѣ, и смотря по длинѣ каната, около 1,5 метр. длины, укрѣпленъ между стѣнами, на такой высотѣ, чтобы фуры съ грузомъ могли подъ нимъ проходить; барабанъ сей можетъ имѣть вращательное и продольное движеніе по части своей оси, и

когда посредствомъ рычага, движимаго человѣкомъ, дано ему такое положеніе, что подвижная часть барабана сцѣпилась зубцами съ осью, тогда барабанъ принимаетъ дѣйствіе машины посредствомъ зубчатаго колеса и шестерни; иначе оный свободно вращается на своей оси, независимо отъ дѣйствія машины.— Вмѣсто одного употребляетъ иногда два барабана, или блокъ, почти горизонтальный, подобный тому, какой описанъ въ системѣ самодѣйствія.— Машины бываютъ или при обыкновенномъ, или при усиленномъ давленіи паровъ;—при нихъ всегда маховое колесо.

Различные случаи, какіе могутъ встрѣтиться при употребленіи постоянныхъ паровыхъ машинъ.

Разсмотримъ различные случаи, какіе могутъ встрѣтиться при употребленіи постоянныхъ паровыхъ машинъ.

1-й *Случай*: *Дорога объ одномъ пути — одинъ въѣздъ*. Полосы располагаются какъ означено на черт. 40; положимъ, что конецъ веревки спущенъ и фуры съ грузомъ находятся на двойномъ пути у подошвы; привязываютъ веревку къ передней фурѣ связи,—надвигаютъ барабанъ, сцѣпляя его съ осью, — пускаютъ машину,—веревка навертывается,—отцѣпляютъ ее когда фуры дошли до верху, и пріобрѣтенною скоростью онѣ двигаются по верхнему правому пути, гдѣ останавливаются ожидая дальнѣйшаго отправленія.—Во время описаннаго дѣйствія, порожнія фуры подведены подъ барабанъ, перевязываютъ веревку

къ задней фурѣ,—руками двигаютъ связь фуръ, по наклонной части лѣваго верхняго пути, (черт. 39);—достигнувъ вершины плоскости, фуры увлекаются собственною тяжестью и влекутъ веревку за собой.

2-й *Случай дорога въ два ряда—одинъ взъѣздъ:*

Полосы располагаются какъ въ системѣ самодѣйствія (черт. 36 и 41); вмѣсто одного употреблены два подобные барабана; но веревки навернуты на нихъ въ различныя стороны.—(Вмѣсто барабановъ здѣсь, какъ въ системѣ самодѣйствія, можно употребить съ выгодою, большой наклонный блокъ, принимающій дѣйствіе паровой машины коническими зубчатыми колесами; но система сія требуетъ, чтобы треніе веревки по блоку было болѣе разности тяжестей нагруженныхъ и пустыхъ фуръ).

a) Ежели дѣйствіе пустыхъ фуръ достаточно для движенія веревки, то пустивши паровую машину въ ходъ, отцѣпляютъ барабанъ лѣваго пути; фуры двигаются вмѣстѣ, расходятся по срединѣ на двойномъ пути, и въ одно время достигаютъ, однѣ верху, другія подошвы плоскости.

b) Въ противномъ случаѣ употребляютъ третью веревку, равную длинѣ плоскости и привязываютъ ее однимъ концомъ къ заду нагруженныхъ, а другимъ къ переду пустыхъ

фуръ; такъ, что сила машины содѣйствуетъ спусканію веревки (черт. 42).

Движеніе подымающихся и нисходящихъ фуръ попеременное то однимъ, то другимъ путемъ.

Система, употребленная на большомъ взъѣздѣ Ливерпульской дороги.

На большомъ взъѣздѣ Ливерпульской дороги, употреблена подобная система: (черт. 43) посредствомъ коническихъ зубчатыхъ колесъ, движеніе сообщается машиною блоку B, въ 3 метр. діаметра;— для увеличенія тренія веревки, она обертывается около двухъ равныхъ блоковъ C и D въ 2 метр. діаметра;—считая отъ какой либо точки O, веревка слѣдуетъ направленію O.M.T.K.R.S. J.N.G.M.T.H.P.O.— Блокъ D, укрѣпленъ на тѣлежкѣ, двигающейся по желѣзнымъ полосамъ, и посредствомъ вѣса E, веревка поддерживается въ одной степени натянутости, не смотря на измѣненія ея длины отъ атмосферическаго вліянія.—При подниманіи фуръ, переднюю изъ нихъ привязываютъ къ части безконечной веревки надъ поверхностью земли, и приводятъ машину въ движеніе.

3) *Случай: дорога проходитъ чрезъ узкую вершину возвышенности, раздѣленную двумя плоскостями, наклонными въ противныя стороны.*

a) Ежели дорога идетъ въ одинъ рядъ, и скаты въ обѣ стороны таковы, что пустыя фуры могутъ спускать веревку; то употребляютъ, одинъ барабанъ, и полосы

располагаютъ по каждой плоскости, какъ означено на черт. 40; — верхніе пути обѣихъ плоскостей имѣютъ каждый небольшое склоненіе въ различныя стороны;—При подниманіи фуръ дѣйствуютъ тѣмъ же порядкомъ, какой описанъ въ 1 случаѣ: когда фуры дошли до верху, то машину останавливаютъ,—отцѣпляютъ веревку; при небольшой помощи нѣсколькихъ человѣкъ фуры двигаются по наклону верхняго двойнаго пути и медленно доходятъ до вершины другой плоскости;—въ сіе время перевязываютъ туже веревку къ задней фурѣ, доводятъ связь до самой плоскости, отцѣпляютъ барабанъ, и фуры, увлекаясь собственною тяжестью, тащутъ веревку за собой; тоже самое дѣлаютъ и для пустыхъ фуръ, идущихъ въ обратную сторону.

b) Ежели дорога идетъ въ два ряда, то при томъ же порядкѣ дѣйствія, даютъ полосамъ и веревки расположеніе, описанное въ системѣ самодѣйствія.

Ежели плоскости раздѣлены значительнымъ разстояніемъ, то при каждой изъ нихъ устроиваютъ особую паровую машину.

4-й *Случай: тѣже мѣстныя обстоятельства, что и въ 3-мъ случаѣ; но дѣйствіе машины облегчается содѣйствіемъ спускающихся фуръ.*

Для объясненія, опишемъ подобную систему, употребленную на Брюсельтонской возвышенности, по дорогѣ Дарлингтонъ.

Одна изъ двухъ плоскостей имѣетъ 1592 метр. длины при скатѣ $\frac{1}{36}$, а другая 754 мет. длины и $\frac{1}{33}$ ската; плоскости раздѣлены площадкою въ 100 метр.; дорога идетъ въ 1 рядъ, кромѣ двойныхъ путей у подошвъ плоскостей и на верхней площадкѣ;—въ семъ послѣднемъ мѣстѣ дороги имѣютъ небольшое склоненіе въ противныя стороны (черт. 44) и путь малой дороги очерченъ по дугѣ круга, радіусомъ въ 780 метр. Нагруженныя фуры, идущія отъ рудниковъ, восходятъ большою и спускаются малою плоскостью, а пустыя фуры имѣютъ обратное движеніе. — Посреди площадки устроена паровая машина въ 60 лошадей; она приводитъ въ движеніе два барабана, коихъ радіусы пропорціональны длинамъ соотвѣтственныхъ плоскостей; такъ, что движеніе по онымъ совершается въ одно время.

Связь 12 нагруженныхъ, и другая 12 порожнихъ фуръ, ожидаютъ одна въ BC, другая въ DE; короткая веревка спущена, длинная навернута на барабанъ; — первую привязываютъ къ связи пустыхъ фуръ у подошвы малой плоскости, другую къ связи DE;— сцѣпляютъ барабанъ, пускаютъ машину въ ходъ, фуры совершаютъ свое движеніе; подня-

тую связь отвязывают, толкают ее по наклону CE, и она въ положенiи DE, остается ожидать времени, когда короткая веревка будетъ опять спущена. — Сiю последнюю привязываютъ къ связи нагруженныхъ фуръ BC, сцѣпляютъ соотвѣтственный барабанъ, машина ходитъ—подвигаютъ фуры къ самой плоскости, и въ то время какъ онѣ спускаются, связь 12 нагруженныхъ фуръ восходитъ по большой плоскости;—въ положенiи BC она ожидаетъ своей очереди — отправляютъ фуры, оставленныя въ BC;—длинная веревка спущена. — До тридцати подобныхъ отправленiй дѣлаютъ въ 12 часовъ, употребляя всякой разъ около 3 минутъ для перевязки веревокъ.

Дѣйствiе машины еще болѣе облегчается, когда плоскости имѣютъ совершенно одинакой скатъ, какъ напримѣръ въ Шюлизѣ, по Руанской дорогѣ; но и въ семъ мѣстѣ употреблена машина въ 25 силъ, для преодолѣнiя только сопротивленiя движенiю и для сообщенiя оному достаточной скорости.

Въ описанномъ случаѣ употребляютъ также горизонтальный блокъ у подошвы плоскости и третью веревку, когда тяжесть пустыхъ фуръ оказывается недостаточною для спусканiя каната.

5-й *Случай: здѣсь мы разсмотримъ порядокъ дѣйствiй, когда постоянныя паровыя машины*

употреблены не для однихъ въѣздовъ по крутымъ плоскостямъ, но когда онѣ суть исключительные движители по всему протяженію желѣзной дороги.

Въ такомъ случаѣ раздѣляютъ всю линію дороги на части отъ 2000 до 2500 метровъ, и въ каждомъ дѣленіи устроиваютъ постоянную паровую машину. — Положимъ, что дорога идетъ въ одинъ рядъ (черт. 45); въ дѣленіяхъ A, B и C, дѣлаютъ двойные пути и устанавливаютъ машины, приводящія въ движеніе, каждая два барабана. Система взаимнаго дѣйствія, (Sisteme reciproque).

Всякая связь фуръ влечется переднею веревкою и тащитъ за собою задній канатъ, для привязыванія къ нему связи, идущей въ обратную сторону, и движимой тогда ближайшею къ ней машиною впереди.

Такъ напримѣръ связь D, влечется веревкою *g*, навертывающеюся на барабанъ, сцѣпленный съ машиною, и тащитъ за собою веревку *f*, распускающуюся съ барабана *u*, который вращается свободно на оси; придя въ S, связь останавливается; тогда сцѣпляютъ барабанъ T, и таже машина движетъ связь E, идущую въ обратную сторону и влекущую за собою веревку *i*, которая развертывается съ отцѣпленнаго отъ оси барабана Z; когда связь сія пришла къ пристани въ T, то машину E, останавливаютъ, отцѣпляютъ веревки такъ, что къ связи D укрѣплена спереди веревка *i*, а сзади веревка *h*, а

къ связи *e*, спереди веревка *f*, а сзади веревка *g*, и приводятъ въ движенiе машины A и C, которыя дѣйствуютъ, первая на барабанъ U, а другая на барабанъ Z, сцѣпленные съ ихъ осями. — Связи D и E, продолжаютъ расходиться, подвергаясь послѣдовательному дѣйствiю машинъ, далѣе устроенныхъ, между тѣмъ какъ новые транспорты сходятся въ B.

Вмѣсто послѣдовательнаго дѣйствiя барабановъ, какое описано выше, можно бы заставить ихъ дѣйствовать въ одно время; тогда транспорты получили бы непрерывное движенiе. — Расположенiе сiе, заставляя выигрывать во времени, имѣетъ съ другой стороны то неудобство, что приономъ машины должны имѣть бо́льшую силу.

Описанная система называется системою взаимнаго дѣйствiя, по Англiйски reciprocating.

Система при пресѣченiи двухъ дорогъ въ одномъ горизонтѣ.

Въ системѣ взаимнаго дѣйствiя между полосами протянута всегда веревка; при пресѣченiяхъ съ другой дорогой въ одномъ горизонтѣ, веревку пропускаютъ въ жолобъ съ подъемной крышкой; на мальчика возлагаютъ открыванiе крышки; онъ же возвѣщаетъ проѣзжающихъ о приближенiи транспорта.

Способъ соглашенiя дѣйствiй по наклоннымъ плоскостямъ.

Для соглашенiя дѣйствiй, при переходѣ наклонными плоскостями во всѣхъ выше описанныхъ случаяхъ, употребляютъ или телеграфическiе знаки, или колокольчики съ верев-

ками, протянутыми по всей длинѣ плоскости.

Разсмотримъ уравненія движеній, сообщаемыхъ постоянными паровыми машинами во всѣхъ вышеописанныхъ случаяхъ, и покажемъ способъ исчисленія силы машины, для каждаго случая отдѣльно. — Сохраняя тѣже наименованія, какія мы приняли при выведеніи уравненія, движенія, въ системѣ самодѣйствія, назовемъ чрезъ Q, напряженіе или силу паровой машины вообще, приложенную по направленію веревки.

Уравненіе, движеній, по желѣзнымъ дорогамъ, сообщаемыхъ постоянными паровыми машинами.

Въ 1 случаѣ:

Когда фуры спускаются безъ дѣйствія машины, увлекая веревку за собой, мы получаемъ, уравнивая сумму сообщенныхъ живыхъ силъ, произведенію пройденнаго пространства, на силу по направленію движенія:

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2\left(W+R\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)=2\left((W+R+\tfrac{1}{2}a)\right. \text{ (*)}$$
$$\left.\sin i.-F-\varphi\right)ge$$

откуда интегрируя:

$$e=\left(\frac{(W+R+\frac{1}{2}a)\sin i-F-\varphi}{W+R\frac{\delta}{r}+a+b+c}\right)\frac{gt^2}{2}\ldots\ldots, \quad (8) \text{ и}$$

$$F+\varphi=(W+R+\tfrac{1}{2}a)\sin i.-\left(W+R\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)\frac{2e}{gt^2} \quad (9)$$

(*) Чтобы ввести послѣдовательность сокращенія веревки, мы будемъ вездѣ принимать, половину ея длины, имѣющею какъ бы непрерывное движеніе.

Когда связь фуръ поднимается дѣйствіемъ машины:

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2\left(W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)=2\left(Q-(W'+R'+\tfrac{1}{2}a)\right.$$
$$\left.\sin i.-F'-\varphi\right)ge$$

откуда:

$$e=\left(\frac{Q-(W'+R'+\frac{1}{2}a)\sin i-F'-\varphi}{W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c}\right)\frac{gt^2}{2} \quad . \quad (10) \text{ и}$$

$$Q=(W'+R'+\tfrac{1}{2}a)\sin i+F'+\varphi+\frac{\left(W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)2e}{gt^2} \quad (11)$$

Во 2 случаѣ: при обоихъ расположеніяхъ, соотвѣтствующихъ §§ *a* и *b*.

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2\left(W+R\frac{\delta}{r}+W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)=$$
$$=2\left(Q+(W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi\right)ge$$

откуда:

$$e=\left(\frac{Q+(W+R-W'-R')\sin i.-F-F'-\varphi}{W+R\frac{\delta}{r}+W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c}\right)\frac{gt^2}{2} \quad . \quad (12)$$

$$\text{и } Q=F+F'+\varphi+(W'+R')\sin i.-(W+R)\sin i+$$
$$+\frac{\left(W+R\frac{\delta}{r}+W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)2e.}{g\,t^2} \quad . \quad . \quad (13)$$

Въ 3 случаѣ:

Гдѣ поднимание или спусканіе фуръ производится на каждой плоскости отдѣльно, законы движенія опредѣляются: при поднимании, послѣдними тремя уравненіями 1-го случая, а при спусканіи первыми тремя уравненіями того же случая, употребляя въ нихъ *i*

или i', смотря потому, на которой плоскости происходитъ движеніе.

Въ 4 случаѣ, когда машинѣ содѣйствуютъ спускающіяся фуры:

$$\left(\frac{de}{dt}\right)^2\left(W+R\frac{\delta}{r}+W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)=$$
$$=2\left(Q+(W+R)\sin i-(W'+R')\sin i-F-F'-\varphi\right)ge$$

откуда:

$$e=\left(\frac{Q+(W+R)\sin i-(W'+R')\sin i-F-F'-\varphi}{W+R\frac{\delta}{r}+W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c}\right)\frac{gt^2}{2}\ (14)$$

$$\text{и } Q=F+F'+\varphi+(W'+R')\sin i-(W+R)\sin i+$$
$$+\frac{\left(W+R\frac{\delta}{r}+W'+R'\frac{\delta}{r}+a+b+c\right)2e}{gt^2}\quad .\quad .\ (15).$$

Когда бы обѣ системы фуръ, можно было полагать совершенно одинакими, тогда мы бы имѣли въ семъ уравненіи: $W=W'$ $R=R'$ наконецъ:

Въ 5 случаѣ: Когда постоянныя машины суть исключительныя движители; и 1) барабаны каждой машины дѣйствуютъ попеременно, то мы получаемъ для силы машины, при движеніи по наклоннымъ плоскостямъ, послѣднее уравненіе 1 случая, ежели не принять въ разсужденіе сопротивленія тащимой веревки, а при движеніи по горизонтальной части, тожъ уравненіе, въ коемъ $i=o'$, 2) когда оба барабана дѣйствуютъ въ одно время, то сила машины получается изъ суммы выраженій Q, послѣдняго уравненія

1-го случая, вычисляя ихъ для той и другой плоскости, или полагая въ сихъ выраженіяхъ $i=o$, когда движеніе происходитъ по равному мѣсту.

Опыты Вуда надъ постоянными паровыми машинами.

Вудъ въ сочиненіи своемъ о желѣзныхъ дорогахъ, приводитъ 4 опыта, сдѣланные имъ надъ дѣйствіемъ постоянныхъ паровыхъ машинъ, употребляемыхъ для движенія фуръ по 4-мъ различнымъ наклоннымъ плоскостямъ;— въ двухъ опытахъ были машины Ватта и Больтона съ охладниками, а другіе два опыта сдѣланы надъ машинами усиленнаго давленія безъ охладниковъ. — Наблюдая въ каждомъ случаѣ движеніе фуръ по наклоннымъ плоскостямъ, Вудъ измѣрялъ всѣ величины, входящія въ составъ выраженія Q;—умножая оное на длину плоскости, онъ получалъ полезное дѣйствіе машины; изъ сравненія сего дѣйствія съ произведеніемъ давленія пара въ котлѣ на единицу площади, на площадь поршней, на пространство, проходимое ими при каждомъ размахѣ, и на число размаховъ во время движенія, Вудъ заключаетъ: 1) что среднимъ числомъ произведеніе сіе относится къ полезному дѣйствію Q, какъ 10 къ 3, при употребленіи машинъ усиленнаго давленія, и что 2) машины сіи для описаннаго употребленія вообще выгоднѣе машинъ При обыкновенномъ давленіи пара въ отношеніи 283 къ 258, не принимая въ разсу-

жденіе экономію въ топлевѣ при употребленіи усиленнаго давленія машинъ.

Пользуясь симъ результатомъ, можно въ каждомъ случаѣ опредѣлить силу машины, потребной для движенія фуръ по желѣзной дорогѣ, ежели даны всѣ величины, нужныя для вычисленія Q.

Когда сила машинъ обыкновеннаго давленія пара, выражается силою нѣкотораго числа лошадей, (75 килог. поднятыхъ на 1 метр. въ 1''), то раздѣляя полезное дѣйствіе, вычисленное въ килограммахъ и метрахъ, Вудъ предлагаетъ увеличивать $\frac{1}{7}$ получаемое такимъ образомъ число силъ машинъ, для большей увѣренности въ безостановочномъ дѣйствіи машины, во всякое время года.

Все, что доселѣ говорено о движителяхъ, относится предпочтительно къ дорогамъ 2 разряда или тѣмъ дорогамъ, на коихъ движеніе происходитъ съ умѣренною скоростью.

Но на дорогахъ 3 разряда, гдѣ переѣзды должны совершаться съ большею скоростью, употребляются преимущественно 4 рода движителя, т. е. паръ, дѣйствующій въ подвижныхъ машинахъ.

Подвижныя паровыя машины.

По мнѣнію Ватта, первая мысль употребленія паровъ для движенія повозокъ предложена въ 1759 году Докторомъ Робинзо- **Историческое описаніе.**

номъ; въ 1784 году самъ Ваттъ, дѣлая описаніе машины, дѣйствующей расширеніемъ паровъ, показываетъ возможность употребленія оной для движенія повозокъ; но проэкты сіи не были приведены въ исполненіе; — въ 1802 году Травитигъ и Вивіанъ, получили патентъ на изобрѣтенную ими подвижную паровую машину усиленнаго давленія для разъѣздовъ какъ по чугуннымъ, такъ и по простымъ дорогамъ:

Главное препятствіе, къ принятію сего рода движителей, состояло въ всеобщемъ мнѣніи, что дѣйствіе онаго не можетъ быть удачно, отъ недостатка сцѣпленія колесъ машины съ желѣзными полосами дороги.

Изобрѣтенія: Тревитига и Вивіана.

Для увеличенія сего сцѣпленія или упора, Тревитигъ и Вивіанъ, предлагали оставлять на поверхности шинъ колесъ, нѣкоторые неровности, какъ то гвозди или поперечные выступы; но это средство давало слишкомъ неправильное, движеніе и много вредило прочности дороги.

Бленкинсопа.

Въ 1811 году, Г. Бленкинсопъ, получилъ патентъ на употребленіе системы черт. 46: Съ одной стороны укрѣплена, по всей длинѣ дороги, чугунная полоса съ зубцами отъ 2 до 3 дюймъ толщины; зубцы сіи сцѣпляются съ зубчатымъ колесомъ, приводимымъ въ движеніе паровою машиною; — цилиндрическій котелъ нагрѣвается внутреннею трубою,

равной съ нимъ длины;—два паровые цилиндра помѣщены во внутренности котла; изъ цилиндровъ паръ выходитъ на воздухъ трубкою S;—посредствомъ двухъ шатуновъ и коленчатыхъ рычаговъ съ шестернями, движеніе передается отъ стержней поршней, зубчатому колесу, которое вращается на одной оси съ большимъ колесомъ, сцѣпляющимся зубцами съ чугунною полосою.—Подобная система употребляется по нынѣ, на желѣзной дорогѣ между Мидлетономъ и Лидсомъ.

Въ 1812 году Г. Шампанъ получилъ исключительное право, на употребленіе изобрѣтенной имъ желѣзной цѣпи, которая по всей длинѣ дороги поддерживалась вертикальными вилами, расположенными отъ 7 до 9 метровъ одна отъ другой; колесо, приводимое въ движеніе машиною, сцѣплялось зубцами съ сею цѣпью, лежащею посреди дороги.—Ломкость и значительное треніе такой системы заставили ее скоро отбросить. Шампана.

Въ 1813 году Г. Брюнтонъ взялъ патентъ на весьма остроумное изобрѣтеніе, означенное на черт. 47: Котелъ и нагрѣвающая труба устроены также, какъ и въ машинѣ Бленкинсона; — паровой цилиндръ имѣетъ горизонтальное положеніе; съ боку котла, къ концу его стержня, укрѣплены на оси два прута: верхній, вращающійся на постоянной оси и нижній, оканчивающійся ла- Брюнтона.

пою съ гвоздями, или кошкою, способною принять точку упора въ грунтѣ;—Попеременное движеніе точки m переобразуется посредствомъ полосы $p\ n$ и зубчатаго колеса на поверхности котла, въ подобное движеніе другой полосы; полоса сія оканчивается горизонтальнымъ прутомъ, укрѣпленнымъ на оси въ точкѣ q, къ другой системѣ рычаговъ cde, одинаковыхъ съ $c\,a\,b$;— когда сія послѣдняя, выправляясь отъ движенія поршня, двигаетъ машину передъ собою, тогда система $c\,d\,e$ подходитъ къ котлу и потому начинаетъ въ свою очередь дѣйствовать подобнымъ же образомъ: однимъ словомъ машина двигается какъ бы человѣкомъ, идущимъ задомъ; концы рычаговъ b и e привѣшиваются ремнями въ точкахъ f, къ блокамъ, движимымъ машиною; симъ средствомъ, кошки или лапы, не задѣваютъ за грунтъ, подходя къ котлу.

Открытіе Блакета.

Въ 1813 году, Г. Блакетъ, дѣлая опыты надъ силою сцѣпленія колесъ машины съ желѣзными полосами, доказалъ, что силы сей достаточно для движенія паровыхъ повозокъ по горизонтальнымъ частямъ дороги и при небольшихъ скатахъ; симъ важнымъ открытіемъ сдѣланъ большой шагъ подвижными паровыми машинами; и съ сего времени всѣ изысканія обратились къ усовершенствованію самихъ машинъ, при употребленіи простыхъ или гладкихъ колесъ.

Первыя машины сего рода, испытанныя на дорогѣ Виламъ (Wylam), имѣли одинъ цилиндръ и маховое колесо, но онѣ оказались неудобными.

Первыя машины Стефансона.

Въ 1814 году Г. Стефансонъ испыталъ на Кенельвортской дорогѣ, машину съ двумя вертикальными цилиндрами, въ коей движеніе колесамъ сообщаемо было системою зубчатыхъ колесъ (черт. 48); рычаги *eb* и *df* поддерживались въ положеніи взаимно перпендикуляромъ, посредствомъ колеса *g*.— Они дѣлали два оборота, когда колеса машины оборачивались 1 разъ;—постоянное взаимно перпендикулярное положеніе рычаговъ, обезпечивало непрерывность движенія; но дѣйствующая сила переходила то на ту, то на другую сторону зубчатыхъ колесъ, смотря потому, который изъ двухъ рычаговъ представлялъ бо̀льшее плечо дѣйствію силы.—Обстоятельство сіе дѣлалось причиною непріятнаго стука и безпрестанныхъ сотрясеній, особенно послѣ нѣкотораго времени употребленія машины, когда зубцы колесъ были уже нѣсколько вытерты;—во избѣжаніе сего неудобства, Г. Стефансонъ придумалъ укрѣплять концы шатуновъ на спицахъ самыхъ колесъ и для сохраненія перпендикулярности сихъ спицъ, употребить или горизонтальные шатуны на однихъ съ вертикальными шатунами осяхъ, или безконечную цѣпь, которая

бы обертывалась на зубчатыхъ колесахъ, придѣланныхъ къ осямъ колесъ машины;— послѣдняя система была съ успѣхомъ употреблена во многихъ подвижныхъ машинахъ (черт. 49).

Г. Стефансону принадлежитъ также изобрѣтеніе цилиндровъ съ поршнями, укрѣпленныхъ на станкѣ машины и погружающихся на нѣсколько дюймовъ во внутренность пароваго котла; поршни сихъ цилиндровъ подвергаются сверху упругости пара, а снизу атмосферическому давленію, и имѣютъ такую площадь, чтобы разность давленій, ими претерпѣваемыхъ, была почти равна грузу поддерживаемой части машины; — Такимъ образомъ, упругость пара замѣняетъ дѣйствіе лучшихъ ресоръ и весьма равно передаетъ давленіе на всѣ 6 колесъ.

Подвижныя паровыя машины въ періодѣ отъ 1813 по 1829 годъ.

Со времени важнаго открытія Блакета до 1829 года, устройство паровыхъ подвижныхъ машинъ постепенно усовершенствовалось, и употребленіе ихъ весьма распространялось; черт. 50, машины и понынѣ употребляемой на Кепельвортской дорогѣ, можетъ почти служить общимъ изображеніемъ лучшихъ паровыхъ повозокъ, употребленныхъ до 1829 года; но устроенная такимъ образомъ машина представляла еще большія несовершенства, изъ коихъ главныя состоятъ въ слѣдующемъ:

1) Сила движителя, непосредственно приложенная къ заднимъ и переднимъ колесамъ, дѣйствуетъ то на тѣ, то на другія, смотря по положенію рычаговъ, а отъ сего происходитъ, что соединительный шатунъ, передавая дѣйствіе движителя отъ однихъ колесъ къ другимъ, подвергается порывамъ въ противныя стороны; малѣйшее неравенство въ окружности колесъ, должно производить скользеніе однихъ при развертываніи другихъ. Недостатки лучшихъ машинъ сего періода.

2) Одинъ кипетильникъ (bouilleur), представляетъ слишкомъ малую относительную поверхность въ соприкосновеніи съ водою, для произведенія такого количества пара, какое бы требовалось при весьма быстромъ движеніи машины; — безполезная утрата теплотвора, уносимаго дымомъ, требуетъ слишкомъ большаго запаса горючаго вещества; нѣкоторые предлагали давать кипетельнику два оборота, такъ, чтобы конецъ его выходилъ у устья очага; симъ расположеніемъ дѣлалось сбереженіе въ топлевѣ; но дѣйствіе не увеличивалось отъ уменшенія отверстія печи.

По наблюденіямъ Г. Вуда, среднее дѣйствіе сихъ машинъ въ часъ, могло быть выражено произведеніемъ, 40,6 тоновъ, перевезенныхъ на разстояніе 9,6 килом., что соотвѣтствуетъ почти дѣйствію 7 лошадей, не считая силы, употребляемой для влеченія самой машины. Дѣйствіе, ими производимое.

Расходъ топлевымъ.

Количество же топлева, измѣняясь, при той же скорости пропорціонально сопротивленію движенія, могло быть принято равнымъ 0,44 килог. каменнаго угля для перевозки 1 тон. на разстояніе 1 километр.

Конкурсъ 1829 года.

1829 годъ составляетъ эпоху въ исторіи подвижныхъ паровыхъ машинъ;—весною сего года была уже почти приведена къ окончанію знаменитая дорога между Ливерпулемъ и Манчестеромъ, когда еще не было рѣшено, какіе движители будутъ употребляемы на сей дорогѣ.—Коммисія, назначенная въ 1828 году для наблюденій существующихъ уже желѣзныхъ дорогъ, и опредѣленія относительныхъ выгодъ различныхъ движителей, кончивъ свое порученіе, дала свѣдѣнія, которыя немогли еще привесть къ окончательному заключенію.— Большая дѣятельность сообщеній между Ливерпулемъ и Манчестеромъ требовала значительной скорости въ переѣздахъ, и это обстоятельство клонило мнѣнія въ пользу подвижныхъ паровыхъ машинъ; но недостатки въ ихъ устройствѣ, о коихъ упомянуто выше, оставляли еще нѣкоторое сомнѣніе въ пользѣ ихъ выбора: тогда по предложенію одного изъ Директоровъ сообщенія, Г. Гаррисона, опредѣлили рѣшить вопросъ, открытіемъ публичнаго конкурса, съ назначеніемъ приза въ 500 фунт. стерлин. тому, кто изобрѣтетъ подвижную паровую машину, удо-

влетворяющую всемъ условіямъ, предложеннымъ Директорами.

Въ Октябрѣ мѣсяцѣ тогожъ года, въ день назначенный для испытанія, представлены были машины подъ названіемъ: *ракеты*, *новости*, *безподобной* и *настоятельной*.— *Призъ* выигранъ ракетой Г. Стефансона, которая удовлетворила всѣмъ условіямъ, положеннымъ Коммисіею — (подробное описаніе сего примѣчательнаго конкурса можно читать во 2 изданіи сочиненія Вуда о желѣзныхъ дорогахъ).—Черт. 51. Достаточно объясняетъ составъ ракеты.

Котелъ А, есть цилиндръ въ 1,8 метр. длины и 1 метр. діаметра, ограниченный плоскостями; въ концѣ котла помѣщена печь въ видѣ четвероугольнаго ящика В;—на нижней его части находится рѣшетка очага; со всѣхъ сторонъ кромѣ той, которая обращена къ котлу, печь окружена двумя стѣнами въ разстояніи 0,076 метр. одна отъ другой и пространство между ними наполнено водою;—трубка С проводитъ воду, а трубка D паръ во внутренность котла, котораго верхняя часть служитъ резервуаромъ для пара.—Въ сей послѣдней части помѣщаются 25 трубокъ 0,076 метр. діаметра, выходящихъ одними концами къ очагу, а другими, къ паровой трубѣ.—Цилиндры помѣщены какъ означено на чертежѣ; они имѣютъ 0,21 метр. діаметра при

Описаніе ракеты Стефансона.

0,41 метр. размаха поршней. Дѣйствіе поршней приложено къ одной только парѣ большихъ колесъ въ 1,48 метр. діаметра;—посредствомъ пара, выходящаго изъ паровыхъ цилиндровъ двумя трубками E, увеличено дѣйствіе дымовой трубы. — 1,86 килог. поверхности, подвергаются непосредственному дѣйствію теплотвора и 10,94 квад. метр. дѣйствію пламени и теплаго воздуха;—площадь рѣшетки имѣетъ 0,56 квад. метр.—При испытаніи оказалось, что для разрѣшенія 0,52 куб. метр. воды въ пары, машина употребила 1,89 килог. каменнаго угля; что составляетъ результатъ гораздо меньшій противъ расхода топлева прежнихъ машинъ. При наибо́льшей скорости 39 километровъ въ часъ, машина влекла грузъ втрое бо́льшій собственнаго, не считая тяжести фуры съ запасами.

Новѣйшія машины.

Значительныя улучшенія, какія сдѣланы въ подвижныхъ паровыхъ машинахъ, испытанныхъ при Ливерпульскомъ конкурсѣ, получили въ скоромъ времени еще бо́льшую степень совершенства. Въ послѣднихъ машинахъ, употребляемыхъ на дорогѣ между Ливерпулемъ и Манчестеромъ, какъ то *стрѣла* и *планета* Стефансона и другія, еще болѣе усилено дѣйствіе дымовой трубы; еще значительнѣе увеличена нагрѣваемая поверхность, при томъ же вѣсѣ машины.— Г. Вудъ полагаетъ, что въ нынѣшнихъ машинахъ можно

считать только 0,28 килог. топлева на 1 тонъ всего груза и 1 километръ разстоянія, и что дѣйствіе сихъ машинъ простирается среднимъ числомъ до 30 тоновъ, перевозимыхъ на растоянiе 25 километ. въ часъ.

Расходъ топлевомъ.

Дѣйствіе, производимое сими машинами.

Впрочемъ, безпрерывныя улучшенія, въ устройствѣ сихъ машинъ, не дозволяютъ успѣть сдѣлать никакого положительнаго заключенія относительно дѣйствія, ими производимаго.

Скорость, съ какою движутся послѣднія машины, есть нѣчто почти невѣроятное; такъ Г. Пуссенъ увѣдомляетъ изъ Америки, что 1 машина переѣхала въ 13 минутъ до 26 километр., влеча за собою грузъ цѣлаго транспорта.

Скорость ихъ движенія.

Дѣйствіе всякой подвижной паровой машины, съ гладкими шинами на колесахъ, основано на томъ, что неровности или шероховатости на соприкосновенныхъ поверхностяхъ колеса, и желѣзной полосы, сцѣпляясь между собою, производятъ силу, сопротивляющуюся скользенію колеса.— Движеніе впередъ будетъ имѣть мѣсто, пока сила сія будетъ болѣе той силы сопротивленія движенію фуръ и самой машины, о коей говорено выше; когда бы на оборотъ, сила сцѣпленія была менѣе сопротивленія движенію, то, при увеличеніи напряженія паровой машины, колеса вращались бы только на мѣстѣ, истребляя сцѣпле-

На чемъ основано движеніе паровыхъ машинъ съ гладкими колесами.

ніе раздробленіемъ шероховатостей на соприкосновенныхъ поверхностяхъ.—Сію силу сцѣпленія, или сопротивленія скользенію колесъ, можно бы измѣрять, тѣмъ постороннимъ усиліемъ, какое нужно употребить для движенія паровой машины, у которой колеса заперты или удержаны тормозомъ.—Моринъ, дѣлая сей опытъ, опредѣлилъ, что сила сія равна $\frac{1}{7}$ давленія или всего груза машины; но результатъ сей не оправдывается непосредственнымъ наблюденіемъ движенія паровыхъ машинъ, вѣроятно потому, что отъ непостояннаго напряженія дѣйствующей силы, давленіе, а съ нимъ вмѣстѣ и сила сцѣпленія измѣняются.

Опыты Морина для опредѣленія степени сцѣпленія колесъ съ полосами.

Опыты Вуда.

Вудъ, наблюдая движеніе паровыхъ каретъ по горизонтальнымъ и наклоннымъ частямъ желѣзной дороги, увеличивалъ число фуръ, ими влекомыхъ, до тѣхъ поръ, пока не обнаруживалось общаго скользенія въ колесахъ машины: тогда разсматривая силу сопротивленія движенію равною силѣ сцѣпленія, онъ опредѣлялъ сію послѣднюю, вычисляя первую, по даннымъ: наклону плоскости, вѣсѣ фуръ и машины, и коефиціентамъ сопротивленія движенію.—Изъ сихъ наблюденій Вудъ дѣлаетъ слѣдующія заключенія.

1) Что сила сцѣпленія имѣетъ наибольшую величину, когда полосы совершенно мокры или совершенно сухи, но что наимень-

шая ея величина соотвѣтствуетъ тому случаю, когда полосы покрыты грязью, снѣгомъ или пылью;—такъ, что одинакія обстоятельства, производятъ на сію силу дѣйствіе, обратное тому, какое признано для силы сопротивленія движенію.

2) Что въ выгодныхъ обстоятельствахъ сила сцѣпленія составляетъ среднимъ числомъ $\frac{1}{20}$ часть, а въ невыгодныхъ обстоятельствахъ $\frac{1}{25}$ часть силы давленія; — такъ, что $\frac{1}{25}$ есть наибольшій предѣлъ отношенія высоты плоскости къ ея длинѣ, при коемъ можетъ взъѣзжать паровая машина безъ всякаго груза.

3) Что сила сія гораздо болѣе для новѣйшихъ машинъ, въ коихъ причины частнаго скольженія почти уничтожены, приложеніемъ дѣйствующей силы къ одной только парѣ колесъ,— и что для сихъ машинъ можно безошибочно принять коефиціентъ $\frac{1}{20}$ при всякомъ состояніи атмосферы.

4) Что сила сцѣпленія не зависитъ отъ скорости движенія машины.

5) Что при равенствѣ прочихъ обстоятельствъ, скорость движенія паровой машины, зависитъ отъ количества паровъ данной упругости, образуемыхъ въ котлѣ въ опредѣленное время.

6) Что при тѣхъ же обстоятельствахъ скорость движенія пропорціональна діаметру

колесъ машины, такъ что расходъ топлева при данномъ произведенномъ дѣйствіи, обратно пропорціоналенъ ихъ діаметру.

Примѣчаніе. Сіе послѣднее заключеніе можетъ имѣть мѣсто только до нѣкоторой степени; ибо увеличеніе діаметра колесъ требуетъ увеличенія толщины осей и прочихъ частей машины; а съ симъ вмѣстѣ возрастаетъ и сопротивленіе движенію.

Опредѣленіе наибольшаго ската, по коему могутъ подниматься подвижныя паровыя машины.

Принимая коефиціентъ сцѣпленія, найденный Вудомъ, можно опредѣлить наибольшій скатъ взъѣзда, по коему данная подвижная паровая машина способна поднять фуры извѣстнаго вѣса:

Назовемъ:

i искомый наибольшій скатъ.

L вѣсъ подвижной паровой машины

W, вѣсъ фуръ,

и примемъ $\frac{1}{180}$ для коефиціента F, сопротивленія движенію фуръ и машины; тогда получимъ уравненіе:

$$\frac{L}{20} = \frac{L + W}{180} + \left(L + W\right) \sin i, \text{ откуда:}$$

$$\frac{8L - W}{180 - (L + W)} = \sin i.$$

Цѣнность перевозки подвижными паровыми машинами по расчету издержекъ на движителей.

Заключимъ разсматриваніе паровъ движителемъ на желѣзныхъ дорогахъ, въ подвижныхъ машинахъ приведеніемъ слѣдующей таблицы, количества транспортовъ и расхода на движителей, т. е. подвижныя паровыя машины, 1832 и 1833 годовъ по дорогѣ между Ливерпулемъ и Манчестеромъ:

Годы.	Шестимѣсячные расходы.	Вѣсъ въ тонахъ.		Число транспортовъ.		Цѣна за тонъ и 1000 метр. не считая возврата порожн.	
		Путешественн.	Товаровъ.	Пасажир.	Товарами.	Пасажир.	Товаровъ.
	фран.	тон.	тон.			фран.	фран.
1832.	264,500.	13,900.	64,000.	2636.	2482.	0,792.	0,172.
	316,100.	14,600.	90,000.	3363.	1890.	0.901.	0,146.
1834.	367,800	13,600.	111,000.	3262.	2244.	1,126.	0,138.
	349,100.	17,000.	113,000.	3253.	2587.	0,855.	0,129.

Примѣчаніе. Протяженіе дороги 48,000 метр.

Средняя скорость пасажировъ 8 метровъ, а товаровъ 5 метр. въ секунду; — на дорогѣ содержатъ до 10 машинъ въ 24 силы каждая.

Здѣсь принятъ средній вѣсъ человѣка въ 80 килогр.

Числа послѣднихъ двухъ столбцовъ должны бы быть увеличены вдвое покрайней мѣрѣ для товаровъ, и втрое для пасажировъ, когда бы принять въ соображеніе не одинъ расходъ движителями; но всѣ издержки на учрежденіе и ремонтъ дороги.

Ежелибъ сіи послѣдніе издержки, были одинаковы для дорогъ, въ коихъ лошади и для тѣхъ, въ коихъ подвижныя паровыя машины движителями, то приведенная таблица могла бы служить основаніемъ въ сужденіи объ относительныхъ выгодахъ сихъ движителей; но явно, что условіе сіе никакъ не можетъ

быть допущено, ибо подвижныя паровыя машины, дѣйствуютъ на желѣзную дорогу тѣмъ разрушительнѣе, чѣмъ болѣе ихъ масса, въ особенности же чѣмъ больше скорость ихъ движенія, а потому начальное учрежденіе и ремонтъ дороги, на коей употреблены подвижныя машины движителями, должны стоять гораздо дороже сравнительно съ тѣми дорогами, гдѣ перевозка производится лошадьми.

Недостатокъ данныхъ для опредѣленія относительной цѣнности употребленія подвижныхъ машинъ и лошадей движителями.

До сихъ поръ устройство полосныхъ дорогъ, и способъ употребленія движителей на оныхъ, подвергаются слишкомъ частымъ измѣненіямъ, чтобы можно было сказать что либо основательнаго объ относительной цѣнности учрежденія и ремонта дорогъ, при употребленіи того или другаго рода движителей;—болѣе продолжительные опыты могутъ дать рѣшеніе сему важному вопросу; къ слѣдующей таблицѣ предлагаются приблизительные результаты, о цѣнѣ учрежденія и ремонта нѣкоторыхъ полосныхъ дорогъ, по сіе время устроенныхъ.

Приблизительныя цѣны устройства дорогъ.

Цѣнность начальнаго учрежденія нѣкоторыхъ полосныхъ дорогъ.

Временныхъ: — цѣна погон. метр.

Руана (желѣз, 1 путь) . . . . 5 фр.

Сокоа (на козлахъ въ 7 мет. высоты 1 путь) . . . . 58 —

Постоянныхъ: цѣна погон. метр.

Андрезье (чугун. 1 путь) . . . 80 фр.
Руанъ (желѣз. 1 путь) . . . . . 100 —
Ліонъ (желѣз. 1 путь) . . . . 225 —
Эпинакъ (желѣз. 1 путь). . . . 57 —
Дененъ (желѣз. 1 путь) . . . . . 22 —
Дарлингтонъ и Стоктонъ (чуг. и желѣз. 1 путь) . . . . 82 —
Ливерпуль и Манчестеръ (желѣз. 2 пут.) . . . . 410 —
Св. Елены Рункорнъ (желѣз 2 пут.) 155 —
Бостонъ (желѣз. 2 пут.). . . . 172 —
Лидсъ и Сильби (желѣз. 2 пут.) . 257 —
Конторбери и Витстобль (жел. 1 путь) . . . . 138 —
Лондонъ и Бермингамъ (желѣз. 2 пут.) . . . . по смѣтѣ 345 —

Приблизительныя издержки на ремонтъ, со включеніемъ рабочихъ и матеріаловъ, считая на погонный метръ одинакаго пути.

Цѣнность ремонта нѣкоторыхъ полосныхъ дорогъ.

Ливерпуль (подвижныя паровыя машины) . . . . 3,28 фр.
Сваннингтонъ (подвижныя паровыя машины) . . . . 71,19 —
Варингтонъ (подвижныя паровыя машины) . . . . 1,17 —
Ліонъ (лошади и машины) . . 0,84 —

Предѣлы скатовъ, допускаемыхъ для полосныхъ дорогъ при употребленіи подвижныхъ паровыхъ машинъ движителями.

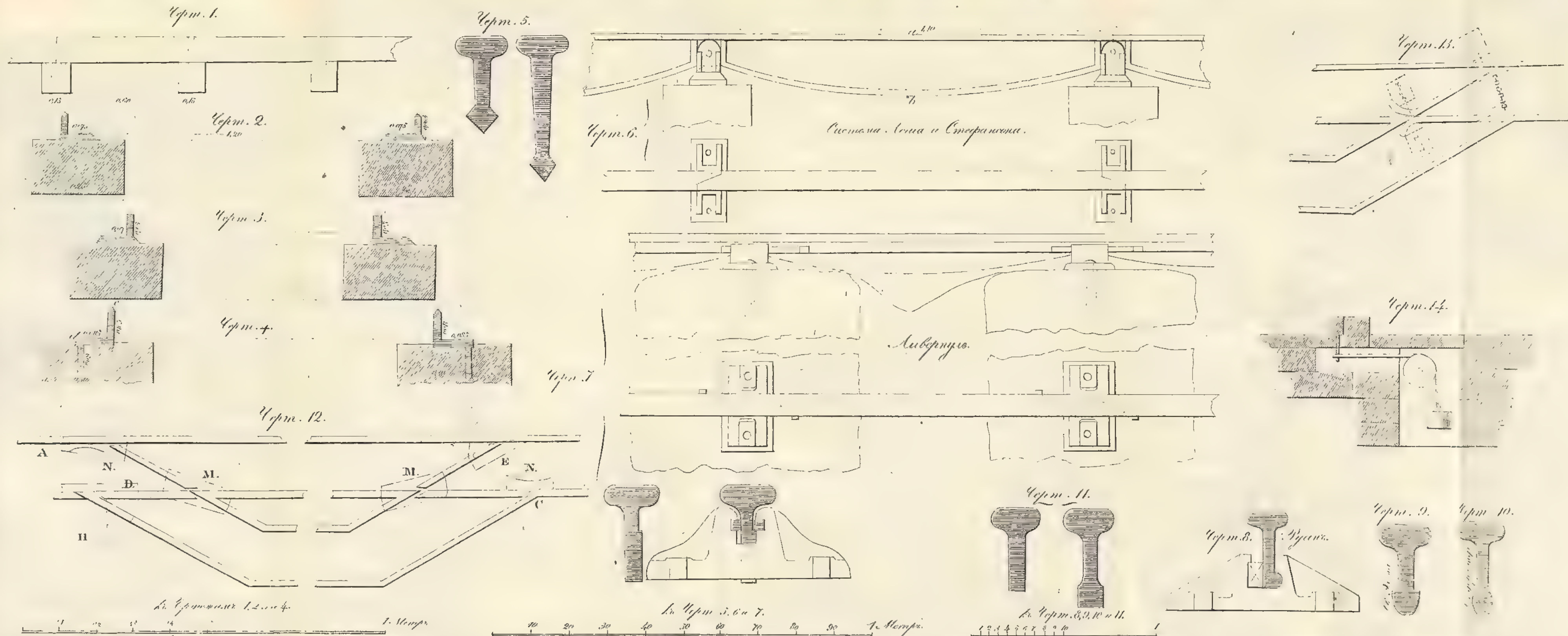
Въ слѣдующей таблицѣ, означены, *наибольшіе скаты, какіе допущены Англійскими Инженерами на полосныхъ дорогахъ для паровыхъ подвижныхъ машинъ*:

Лидсъ и Сильби . . .	$\frac{1}{136}$	построена.
Дублинъ и Кингстонъ	$\frac{1}{468}$	строится.
Карлисль и Ньюкастель	$\frac{1}{200}$	часть построена.
Лондонъ и Брейтонъ	$\frac{1}{200}$	проэктъ.
Ливерпуль и Бермингамъ	$\frac{1}{390}$	строится.
Лондонъ и Бермингамъ	$\frac{1}{330}$	строится.
Лондонъ и Бристоль	$\frac{1}{650}$	проэктъ.

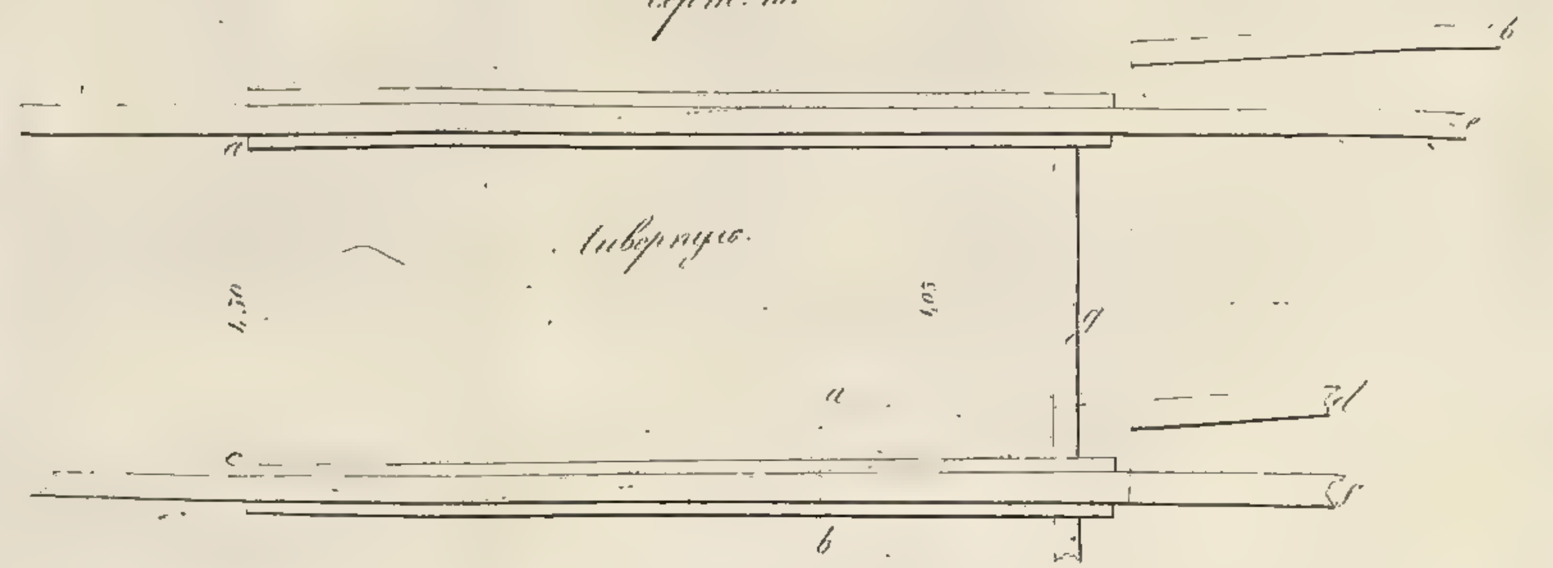
Скорость движенія Ливерпульскихъ машинъ при различныхъ скатахъ.

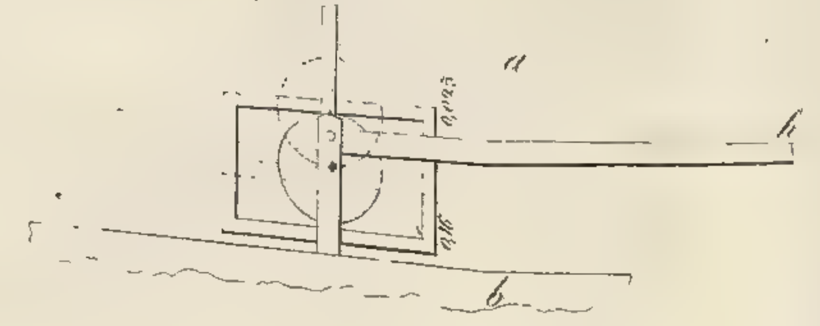
Ливерпульскія подвижныя паровыя машины, съ обыкновеннымъ грузомъ восходятъ на взъѣзды: 0 съ скоростію 20 метр.

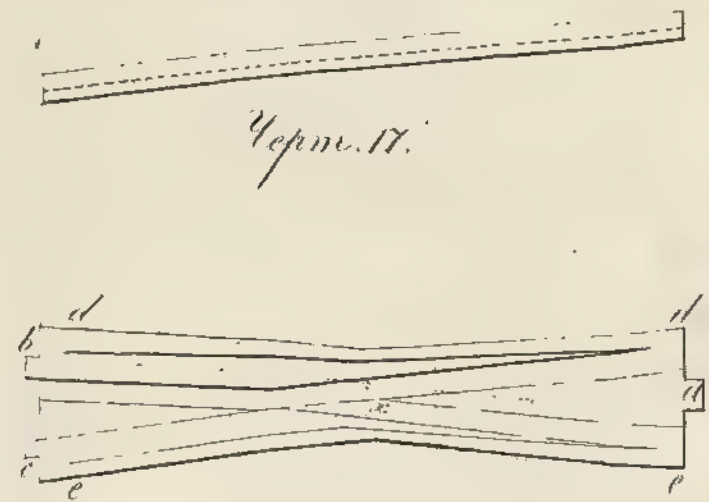
$\frac{1}{1080}$	—	—	—	13	—
$\frac{1}{849}$	—	—	—	11	—
$\frac{1}{300}$	—	—	—	9	—
$\frac{1}{96}$	—	—	—	1,6	—

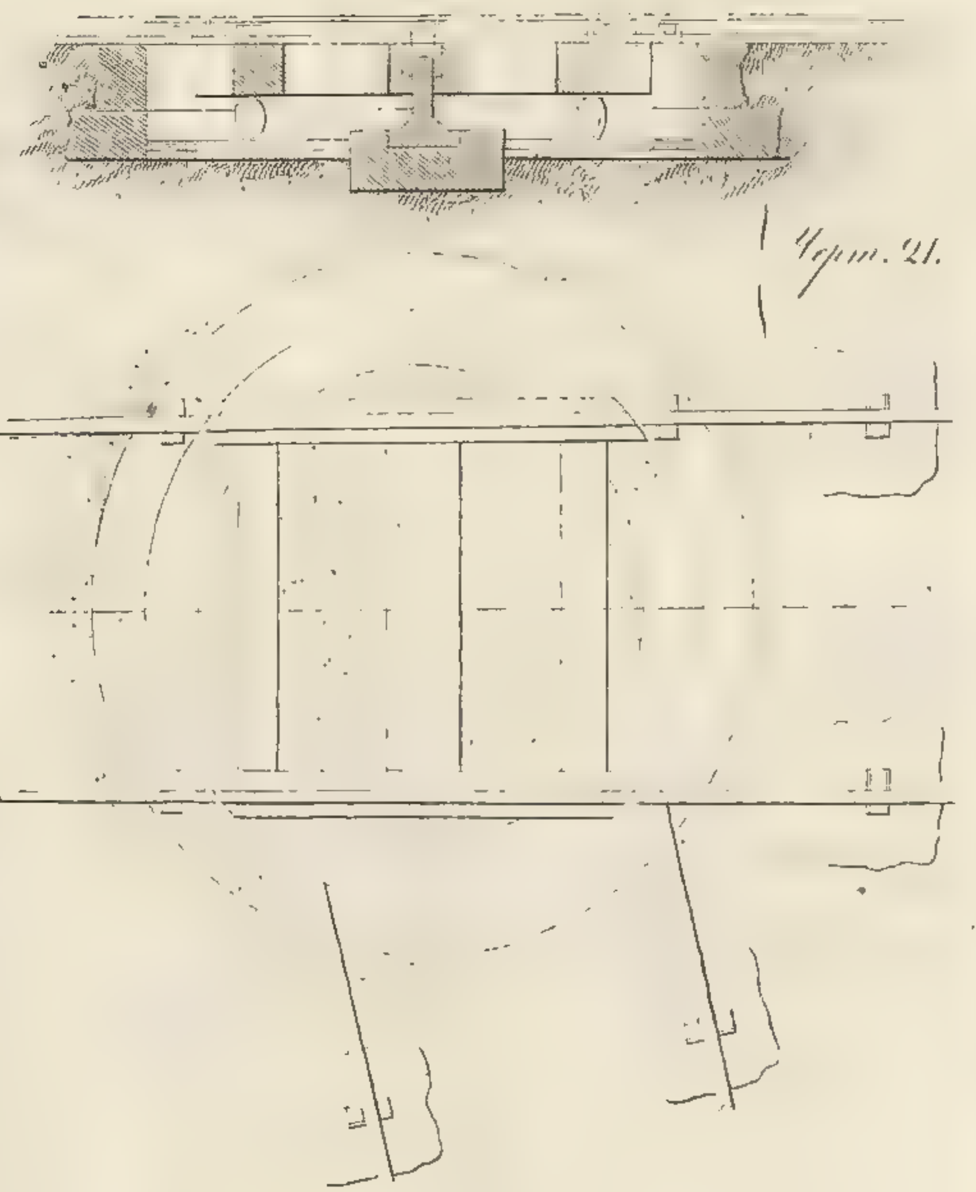


Черт. 1.
Черт. 2.
Черт. 3.
Черт. 4.
Черт. 5.
Черт. 6.
Система Лока и Стефенсона.
Черт. 7.
Ливерпуль.
Черт. 12.
A
N.
D
M.
M.
E
N.
C
H
Черт. 13.
Черт. 14.
Черт. 11.
Черт. 8.
Черт. 9.
Черт. 10.
Къ Чертежамъ 1, 2 и 4.
1 Метръ.
Къ Черт. 5, 6 и 7.
10
20
30
40
50
60
70
80
90
1 Метръ.
Къ Черт. 8, 9, 10 и 11.



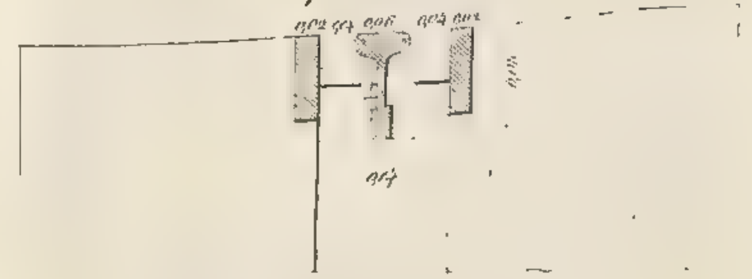




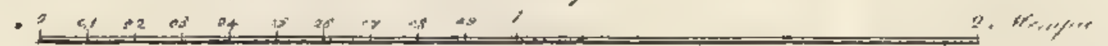


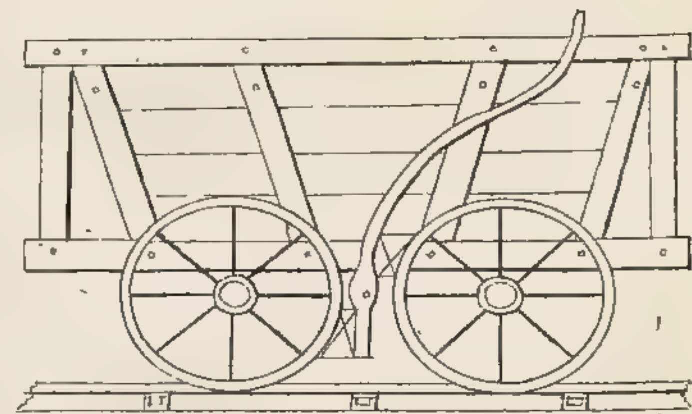


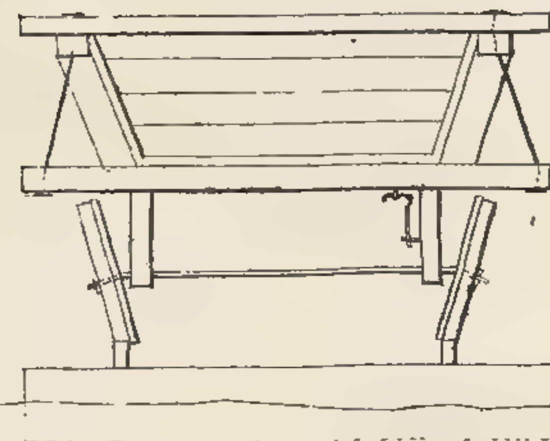




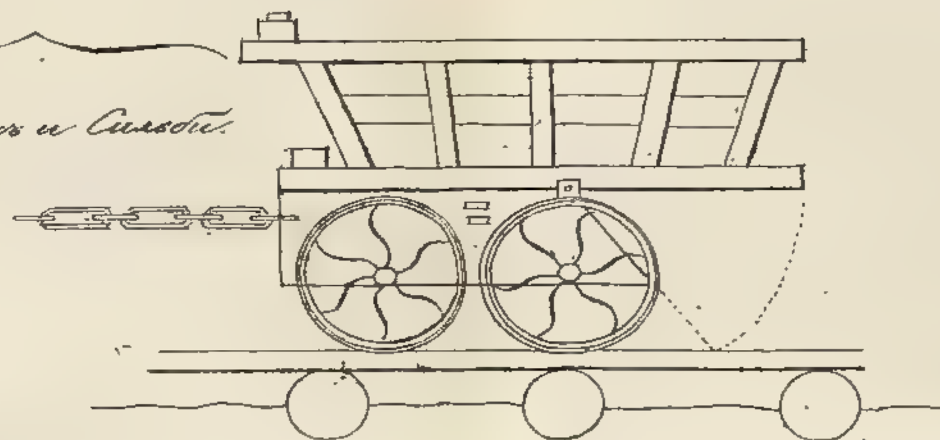
Масштаб къ Черт. 17.



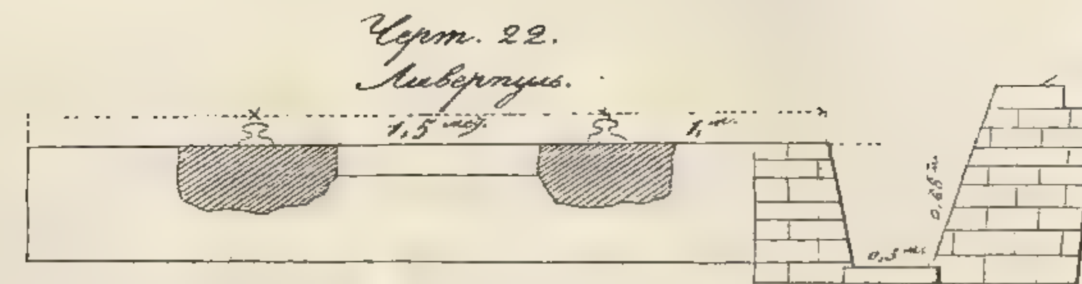




Черт. 23.

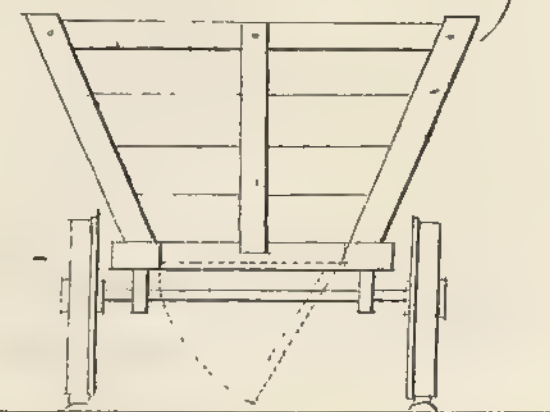


Черт. 22.
Ливерпуль.

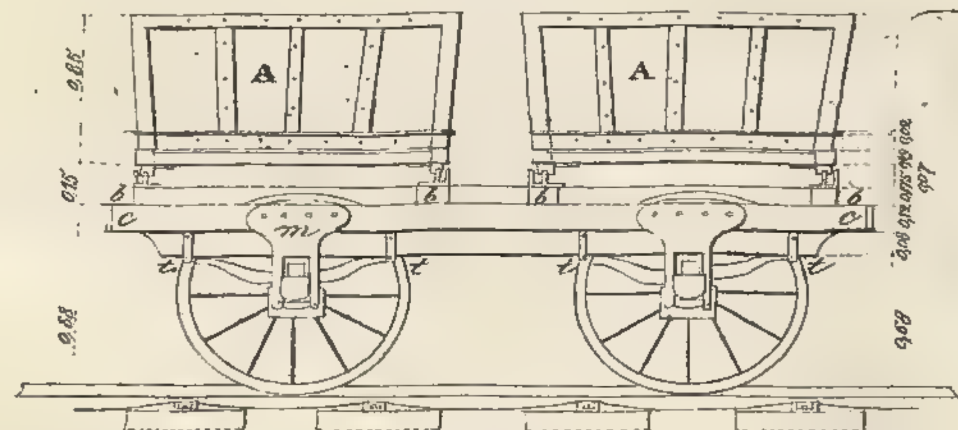


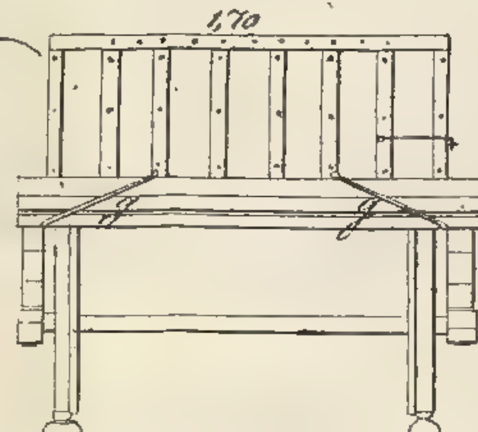
Ліонъ.

Черт. 24.

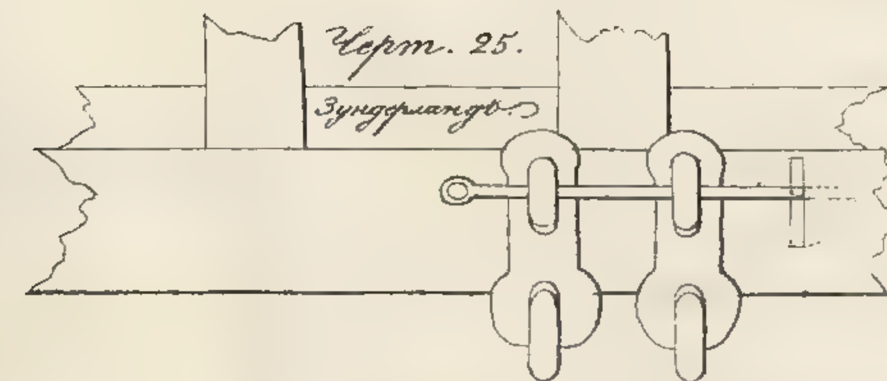


Черт. 26.

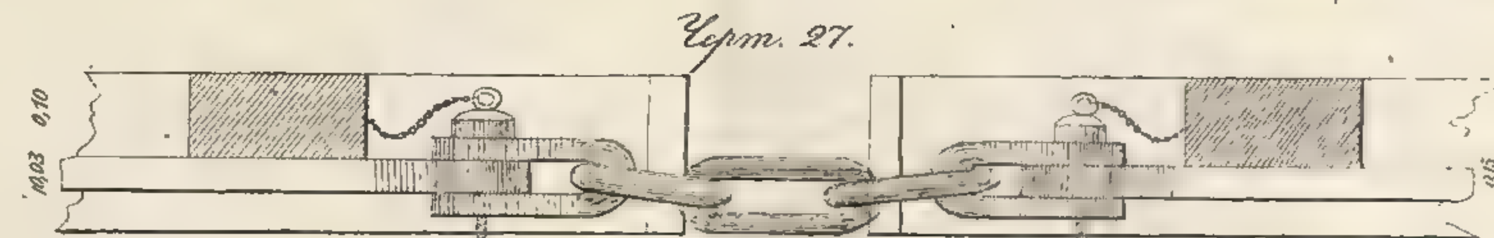




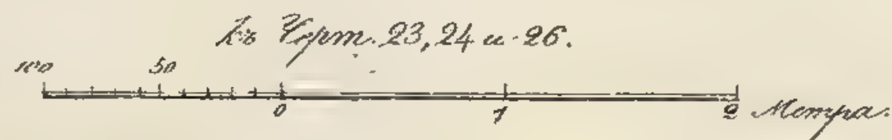
Черт. 25.



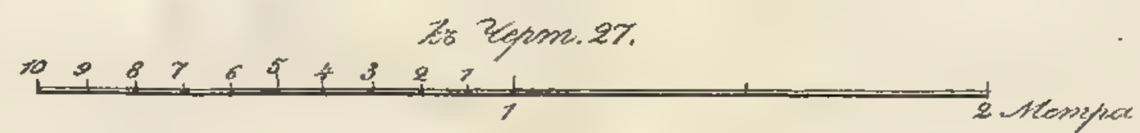
Черт. 27.

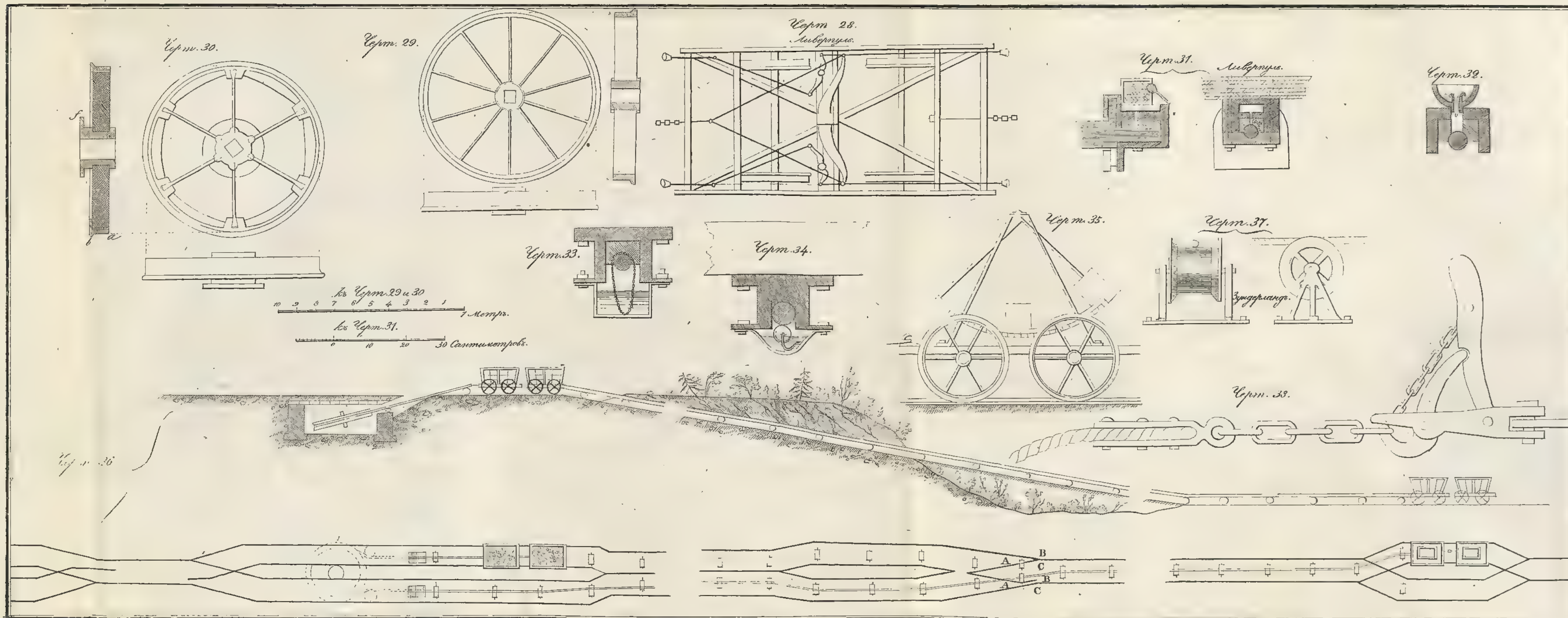


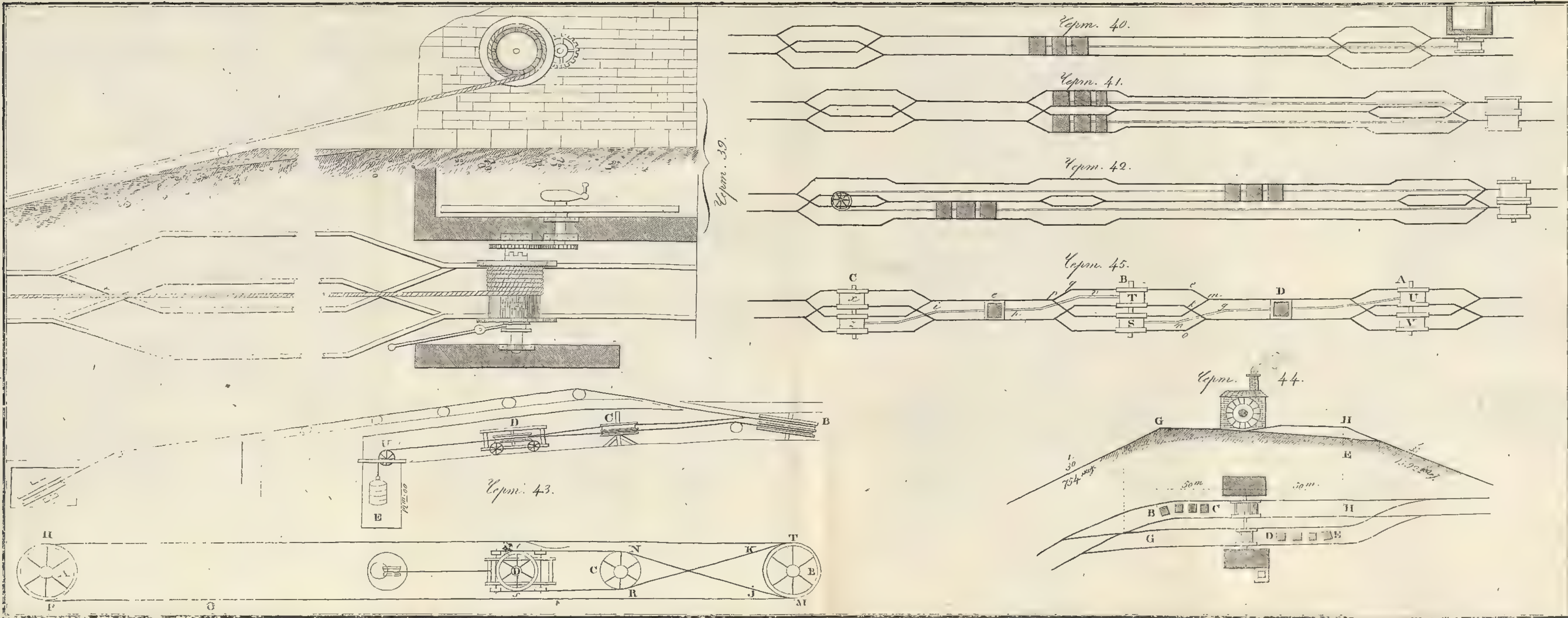
Къ Черт. 23, 24 и 26.



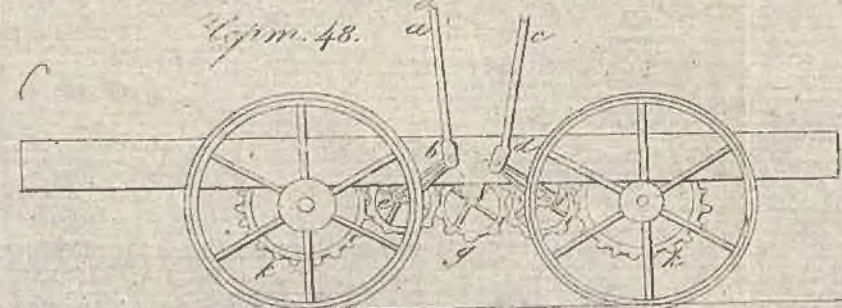
Къ Черт. 27.

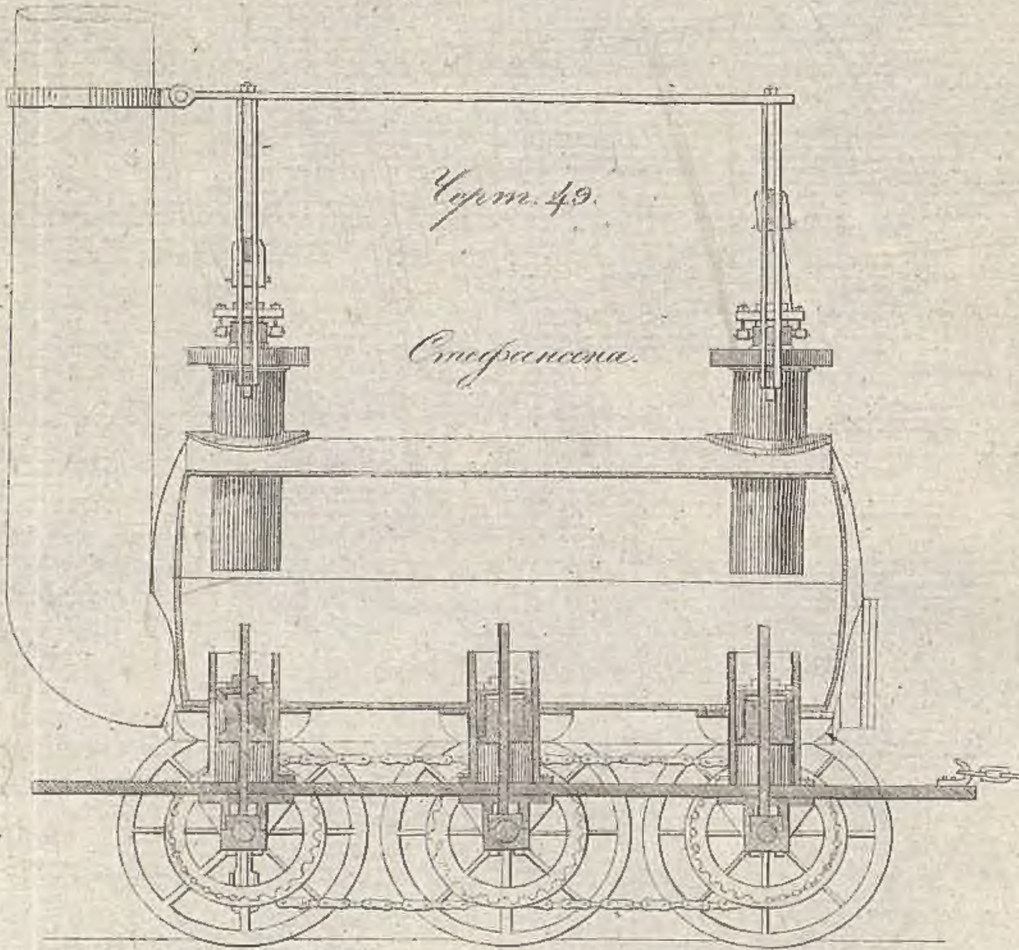


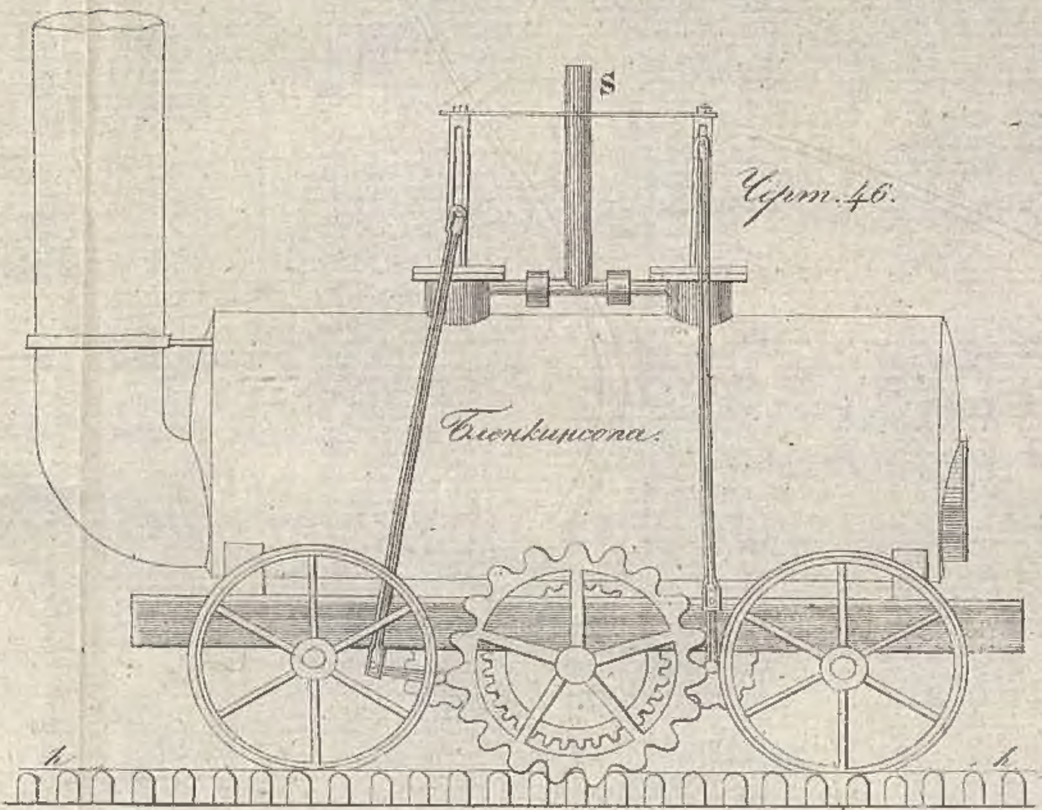

Черт. 30.
Черт. 29.
Черт 28.
Ливерпуль.
Черт. 31.
Ливерпуль.
Черт. 32.
f
b
a
Черт. 33.
Черт. 34.
Черт. 35.
Черт. 37.
Зундерландъ.
Къ Черт. 29 и 30
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
1 Метръ.
Къ Черт. 31.
0 10 20
30 Сантиметровъ.
Черт. 38.
Черт. 36
A
B
C
A
B
C

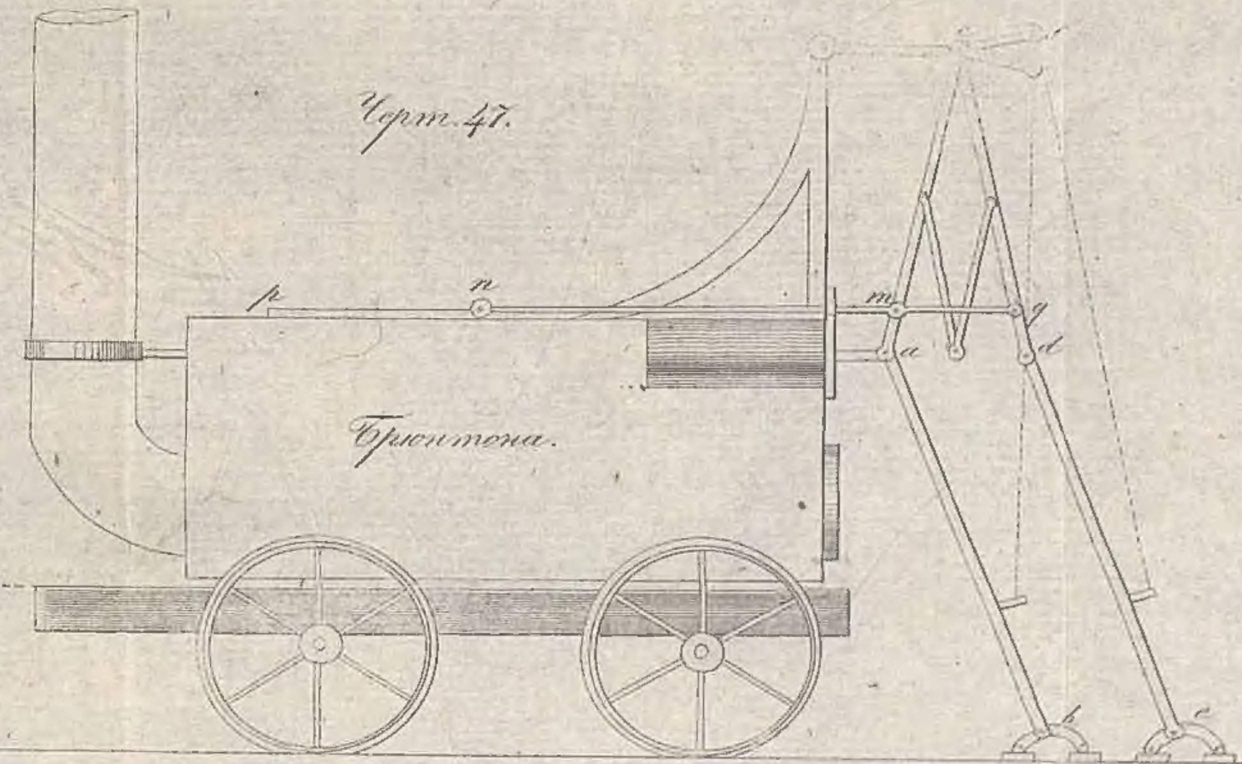

Черт. 39.
Черт. 40.
Черт. 41.
Черт. 42.
Черт. 45.
Черт. 44.
Черт. 43.
A
B
C
D
E
G
H
T
S
U
V
50m
754

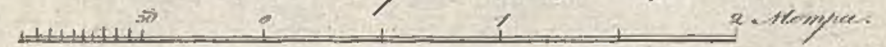
Подвижныя паровыя машины.



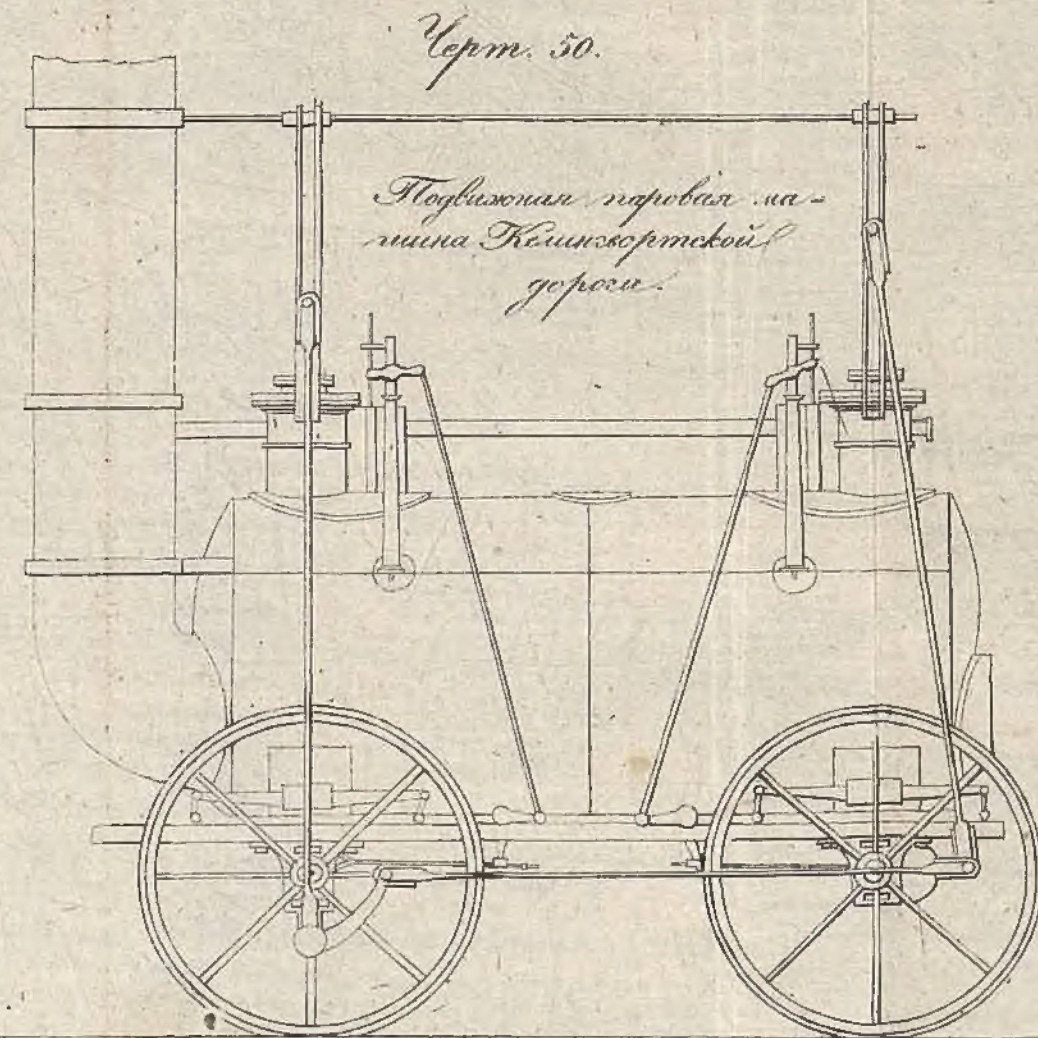


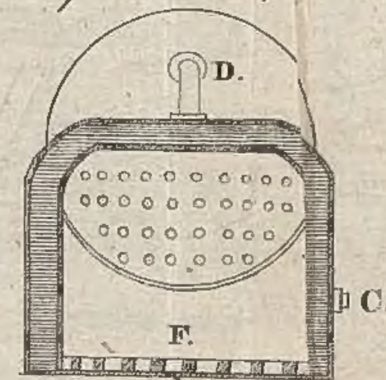




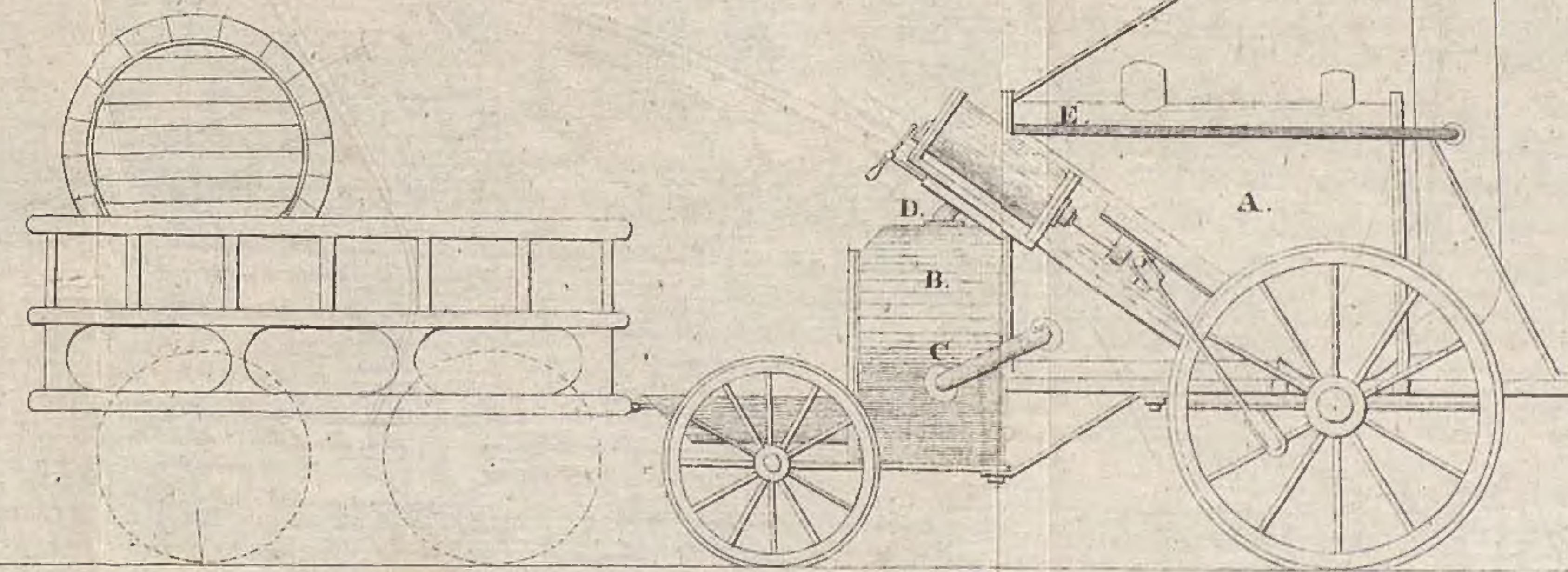


Черт. 50.

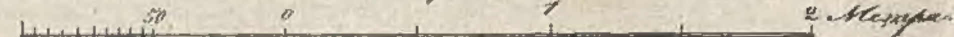




Черт. 51.



Масштабъ къ Черт. 50 и 51.



ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОЕ ПРИВЕДЕНІЕ ФРАНЦУЗСКИХЪ МѢРЪ ВЪ РОССІЙСКІЯ.

Мѣры длины.

Сантиметръ	0,224914 вершк.	0,39359 дюйм.
Десиметръ	2,249143	0,328089 фут.
Метръ	0,468699 сажен.	3,280893
Километръ	0,093738 верст.	— — — —
Миріаметръ	0,93738	— — — —

Вѣсъ.

Декаграммъ	2,380905 золотниковъ.
Гектограммъ	7,936302 лотовъ.
Килограммъ	2,480094 фунтовъ.
Миріаграммъ	0,6200235 пудовъ.

Мѣры пространствъ.

Гектаръ	0,915334 десят.	— — —

Мѣры твердыхъ тѣлъ.

Стеръ или кубическій метръ	кубич. саж. 0,10276	кубич. арш. 2,77452

Мѣры глубины.

Литръ	0,30516 гарн.	
Деколитръ	0,38145 четвер.	0,813735 ведеръ.
Гектолитръ	0,9536 осьминъ.	2,71245 анкор.
Килолитръ	4,768 четверт.	4,520750 оксоф:

Звонкія монеты.

Сантима	0,2493 копѣекъ.
Десима	2,4937
Франкъ	0,2493 рубля.

NB. Здѣсь не показано достоинства рубля ассигнаціями, относительно къ франку, по причинѣ его измѣненія; средняя цѣна рубля ассигнаціями въ теченіи послѣднихъ лѣтъ весьма мало измѣнилась.